**UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GH. ASACHI" IAŞI**

**FACULTATEA de MECANICĂ**
**CATEDRA de MOTOARE şi AUTOVEHICULE RUTIERE**

**Edward RAKOSI** **Radu ROŞCA** **Gheorghe MANOLACHE**

# TEHNICI şi ECHIPAMENTE

# pentru

# DIAGNOSTICAREA AUTOVEHICULELOR

## Îndrumar pentru Lucrări Practice de Laborator

Pentru Uz Didactic

**I A Ş I**

**-2005-**

# CUPRINS

Lucrarea Nr. 1

## DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN MĂSURAREA PRESIUNII DE COMPRESIE

### 1.1. Generalități

Măsurarea presiunii în cilindrii motorului la sfârşitul compresiei constituie un procedeu rapid de apreciere a gradului de etanşare a acestora şi implicit a uzurii lor. Este una dintre metodele cele mai răspândite pentru diagnosticarea motoarelor [7, 18, 24, 26].

Uzinele constructoare indică valoarea minimă a acestui parametru sub care motoarele trebuie trimise în reparație. În lipsa acestor recomandări, în vederea determinării valorilor normale ale presiunii, **p**, obținute în timpul antrenării motorului cu demarorul, se indică următoarea relație empirică :

$$p = 1{,}55\varepsilon - 2{,}35 \quad [\text{bar}] \qquad \textbf{(1.1)}$$

unde **ε** este raportul volumetric de comprimare al motorului.

### 1.2. Metode şi aparatura de diagnosticare

Măsurarea acestei presiuni se poate face cu ajutorul *compresometrului* sau cu ajutorul *compresografului.*

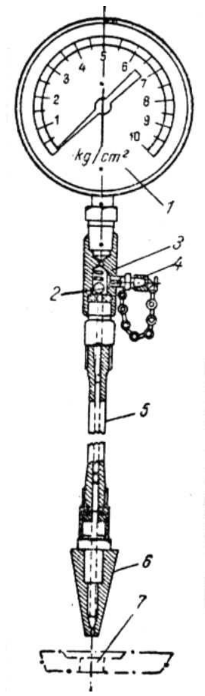
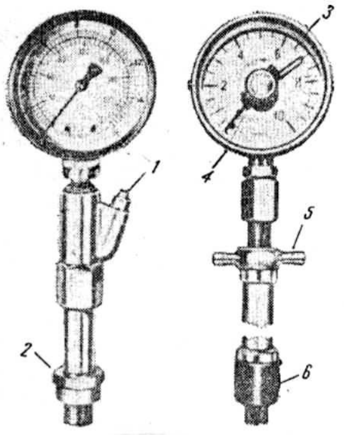



**Fig. 1.1.**

*Compresometrul* este de fapt un manometru adaptat acestui scop. El este prezentat în **fig. 1.1** şi cuprinde, în afară de *manometrul 1, tubul 5* racordat acestuia a cărui extremitate opusă se termină printr-un *con de cauciuc 6*, străpuns de un orificiu. În interiorul *tubului 5* este plasată *supapa unisens 2*, controlată de *arcul 3*. Rolul acestei supape este de a opri ieşirea aerului comprimat din tubul manometrului, de aceea ea se denumeşte, în mod curent, *supapă de reținere*. Plasarea ei trebuie să se facă cât mai aproape de priza de presiune, în scopul evitării modificării spațiului de comprimare al cilindrului. Se evită astfel jocul indicatorului manometrului datorită variațiilor de presiune din timpul unui ciclu motor. În acelaşi timp, se pot diminua erorile de citire datorită inerției aparatului. Aducerea la zero se poate face fie cu *dispozitivul 4* **(fig. 1.1),** fie cu *arătătorul mobil 3* care rămâne fixat în poziția corespunzătoare presiunii maxime, fiind antrenat de indicatorul manometrului şi readus la zero prin rotirea *inelului 4* **(fig. 1.2).** Compresometrul se fixează cu partea conică de cauciuc pe orificiul de înşurubare a bujiei sau injectorului prin apăsare puternică. La motoarele cu aprindere prin comprimare se recomandă însă înşurubarea racordului în chiulasă, atunci când construcția aparatului o permite. Există şi variante la care etanşarea capului de cauciuc în locaşul bujiei se face prin rotirea *şurubului de presiune 5*, indicat în **fig. 1.2.**

Compresograful înregistrează pe o bandă de hârtie sau dintr-un alt material **(fig. 1.3)** presiunile maxime de compresie ale fiecărui cilindru.



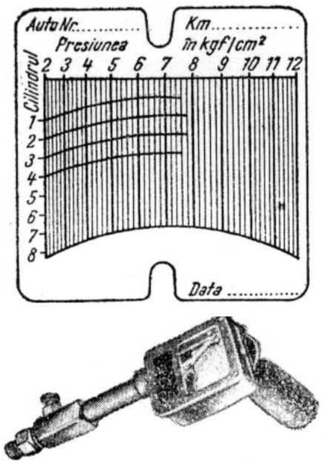
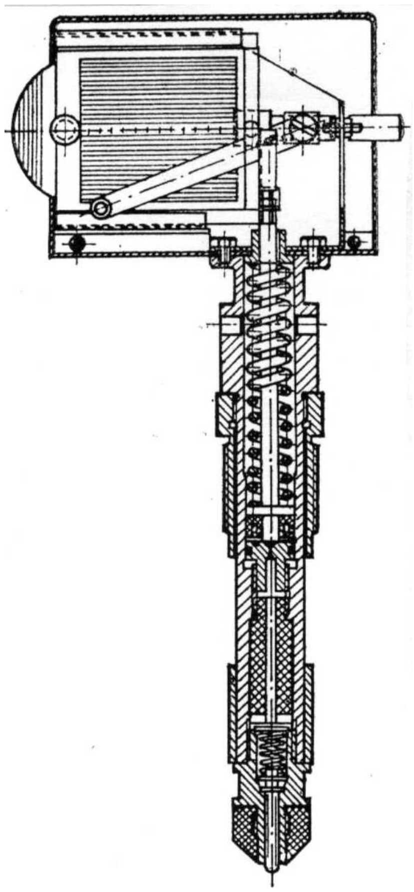




**Fig. 1.2.** **Fig. 1.3.**

Compresografele sunt mai utile decât compresometrele, mai ales în cadrul atelierelor de reparații și al stațiilor de întreținere, deoarece diagramele înregistrate constituie documente utile pentru urmărirea stării tehnice a motoarelor automobilelor.



Construcția compresografului [29] este prezentată în **fig. 1.4.**

În general, aceste aparate se construiesc pentru câmpuri de presiuni de 0 ÷14 bar pentru motoarele cu aprindere prin scânteie și de 0 ÷ 60 bar pentru motoarele cu aprindere prin comprimare .

Unele dintre cele mai utilizate aparate de acest gen, la noi în țară, au fost compresografele marca *MOTOMETER*, produse în Germania și destinate atât motoarelor cu aprindere prin scânteie cât și celor cu aprindere prin comprimare. S-au folosit de asemenea în dotarea unităților specializate compresografele cehoslovace tip *KN 1123*, destinate măsurării presiunilor în domeniul 15 ÷ 45 bar.

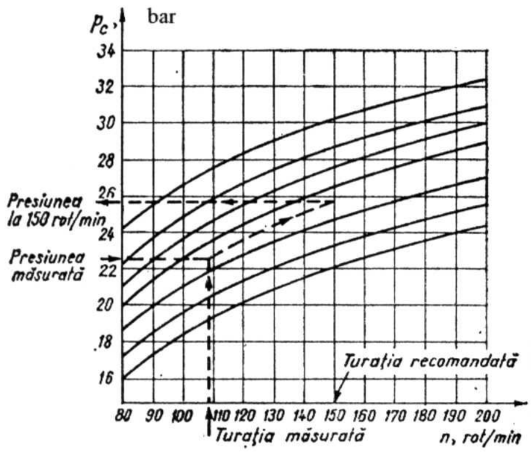



**Fig. 1.4.** **Fig. 1.5.**

### 1.3. Efectuarea determinărilor

În vederea testării se demontează bujiile sau injectoarele. În cazul motoarelor cu aprindere prin scânteie trebuie să se deschidă total clapeta obturatoare, iar motoarele se recomandă să fie în stare caldă.

Determinările se vor efectua la turația de antrenare a motorului cu demarorul, adică 150 ÷ 200 rpm. La această turație, presiunile măsurate sunt însă puternic influențate de variația turației, care la rândul ei depinde de numeroşi factori. De aceea se recomandă corectarea erorile datorate abaterilor turației de la valoarea prescrisă, folosind diagrama din **fig. 1.5.**

Precizia determinării presiunii maxime de compresie prin această metodă este influențată şi de ***temperatură***. Astfel, în situația motorului rece se obțin valori cu 10 ÷ 15 % inferioare, traduse prin abateri de 2,5 ÷ 10 bar.

În afară de valoarea absolută a presiunii de la sfârşitul compresiei, se recomandă verificarea, în egală măsură, a variației presiunii între cilindrii motorului. Diferențele de presiune de 10%, înregistrate în plus sau în minus, trebuie considerate anormale.

Lucrarea Nr. 2

# DIAGNOSTICAREA UZURII MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN MĂSURAREA PRESIUNII SAU DEBITULUI GAZELOR SCĂPATE ÎN CARTER

## 2.1. Generalități

Cantitatea de gaze scăpată în carter crește, în cazul uzurilor avansate, de circa 5 ÷ 7 ori. Ea se poate exprima printr-o relație generală, de forma:

$$Q = s_0 \cdot \varphi \cdot v \quad [\text{l/min}] , \qquad (2.1)$$

unde $\mathbf{s_0}$ este suprafața secțiunii prin care circulă gazele, **φ** coeficientul de debit al gazelor, **v** viteza de curgere a gazelor prin jocul dintre piesele grupului piston - cilindru. Gradul de uzurPosedând valori de referință pentru acest debit (pentru un motor nou), se poate aprecia gradul de uzură.

Aspectul se impune deoarece relația de mai sus caracterizează fenomenul curgerii gazelor (în carter), în condițiile variației celor trei parametri, nefiind astfel posibilă stabilirea riguroasă, pe cale analitică, a dependenței dintre scăpările gazelor în carter şi uzura pieselor. De asemenea, se apreciază că dacă presiunea în carter ajunge la 80÷160 mmHg, motorul este uzat.

## 2.2. Metode şi aparatura de diagnosticare

Măsurarea ***presiunii*** se face cu *micromanometre* obişnuite, în timp ce măsurarea ***debitelor*** se face cu *debitmetre volumetrice* sau cu *diafragmă.* Un tip interesant de aparat este *PPG-1*, descris în **fig. 2.1** [29]. El foloseşte pentru măsurarea debitelor depresiunea creată cu *ejectorul 1* fixat etanş în orificiul de umplere cu ulei al motorului. Ejectorul este legat de *aparatul de măsură 2*, cu ajutorul *racordului elastic 3.* Gazele din carter care trec prin ejector, ies prin *țeava 4*, producând în *țeava de legătură 3* o depresiune proporțională cu debitul acestora. Aparatul indicator este un vacuumetru cu scala 0 ÷ 120 l/min şi eroarea de 3%.

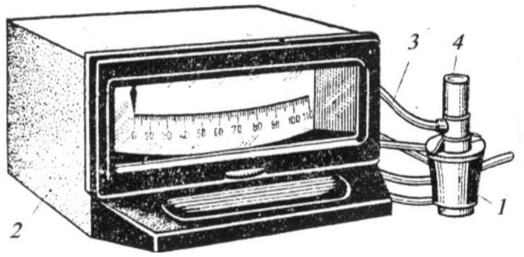



**Fig. 2.1.**

Se recomandă, înainte de efectuarea probelor, ca instalația de ventila-ție a carterului să fie deconectată iar carterul ermetizat, prin obturarea orificiilor de ieşire ale sistemului de ventilație şi jojei de ulei.

Rezultatele obținute în acest fel reprezintă o medie a stării tehnice a cilindrilor motorului.

Cu aceste aparate însă se poate stabili şi starea fiecărui grup piston-cilindru, separat. In acest scop, după stabilirea debitului total de gaze, se măsoară debitele de gaze evacuate din carter scoțând din funcționare, succesiv, câte un cilindru. Dacă la un cilindru se constată că debitul găsit se abate cu mai mult de 25 ÷ 30 l/min, față de valoarea totală măsurată anterior, rezultă că această secțiune a motorului are un grad avansat de uzură, adică segmenții pot fi rupți sau cocsați sau cilindrul respectiv este foarte uzat.

Măsurarea cantității de gaze scăpate în carter se poate face, de asemenea, în modul cel mai simplu, prin utilizarea unui piezometru, racordându-se unul dintre capetele tubului la capacul de aerisire al carterului sau la locaşul tijei indicatoare a nivelului uleiului.

**Lucrarea Nr. 3**

## DIAGNOSTICAREA UZURII CILINDRILOR MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN MĂSURAREA DEPRESIUNII DIN GALERIA DE ADMISIE

### 3.1. Generalități

Este unul din procedeele cele mai simple de stabilire a gradului de etanşare a cilindrului. În acest scop, multe motoare sunt chiar prevăzute cu orificii obturate, plasate în galerie, sub carburator.

Depresiunea din colectorul de admisie depinde de debitul volumic de încărcătură proaspătă pătrunsă în cilindri, $G'_a$, de turația motorului, **n**, şi de poziția obturatorului, $\varphi$ [18, 29].

Astfel, $G'_a$ se defineşte pe baza unei relații cunoscute şi anume:

$$G'_a = G'_s \cdot \eta_v \tag{3.1}$$

unde: $\eta_v$ este coeficientul de umplere şi

**G's** â debitul volumic de încărcătură proaspătă ce ar putea fi reținută în cilindri la parametrii inițiali, $p_o$ şi $T_0$.

Debitul de încărcătură $G'_s$, exprimat în unități de volum/oră, poate fi calculat la rândul său cu relația:

$$G'_s = V_s \frac{ni}{\upsilon} 60, \tag{3.2}$$

**i** reprezentând numărul de cilindri ai motorului, iar **ν** frecvența ciclică de funcționare; după numărul de timpi, **ν** poate lua valoarea 1, în cazul motoarelor în doi timpi, sau valoarea 2, în cazul celor în patru timpi.

Aplicând ecuația lui Bernoulli la nivelul difuzorului carburatorului, obținem:

$$G'_a = \alpha . S_d \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \tag{3.3}$$

unde: $\alpha$ - este coeficientul de debit al difuzorului;

$S_d$ - este secțiunea difuzorului, iar

$\rho$ - semnifică densitatea aerului în colectorul de admisie.

Prin ridicare la pătrat a ambilor membri ai relației de mai sus şi înlocuiri succesive, se ajunge la:

$$V_s^2 \left[\frac{ni}{\upsilon} 60\right]^2 \eta_v^2 = \alpha^2 S_d^2 \frac{2\Delta p}{\rho} \tag{3.4}$$

Exprimând pe $\Delta p$ de mai sus după simplificări, se obține următoarea expresie:

$$\Delta p = [1800\rho]\left[\frac{iV_s}{\upsilon S_d}\right]^2 \frac{n^2 \eta_v^2}{\alpha^2} \tag{3.5}$$

După notarea cu $\mathcal{M}$ a primilor doi termeni considerați constanți în această expresie, $\Delta p$ apare sub o formă mai simplă, adică:

$$\Delta p = \mathcal{M}\frac{n^2 \eta_v^{\,2}}{\alpha^2} \qquad (3.6)$$

Termenul $\mathcal{M}=1800\rho\left[\frac{iV_2}{\upsilon S_d}\right]^2$ depinde de construcţia motorului supus diagnosticării. Rezultă deci că, pentru aceeaşi poziţie a obturatorului şi o turaţie dată, depresiunea din galeria de admisie depinde numai de gradul de etanşare a cilindrilor, pus în discuţie prin coeficientul de umplere.

Se indică de către constructorii de motoare turaţia la care trebuie să se efectueze încercările, turaţie care poate fi cea nominală, precum şi valorile limită ale depresiunilor.

Pentru motoarele în patru timpi, cu rapoarte de comprimare cuprinse între 6,5 şi 8, valoarea depresiunii trebuie să fie cuprinsă, la rândul ei, între limitele: **Δp** = 470, ..., 520 mmHg. Pentru cele în doi timpi, valoarea este mai mică şi anume: **Δp** = 190, ..., 210 mmHg.

### 3.2. Metode şi aparatura de diagnosticare

În vederea acestei diagnosticări, se pot utiliza şi aparate bazate pe măsurarea debitului şi nu a depresiunii. Se folosesc astfel *debitmetrele* care au la bază *principiul lui Bernoulli*. Astfel de aparate, descrise în principiu în **fig. 3.1,** au în componenţă o *diafragmă 2, micromanometrul 5* şi *un rezervor de liniştire 3*, plasat între *galeria de admisie 4* şi diafragmă [18, 29].

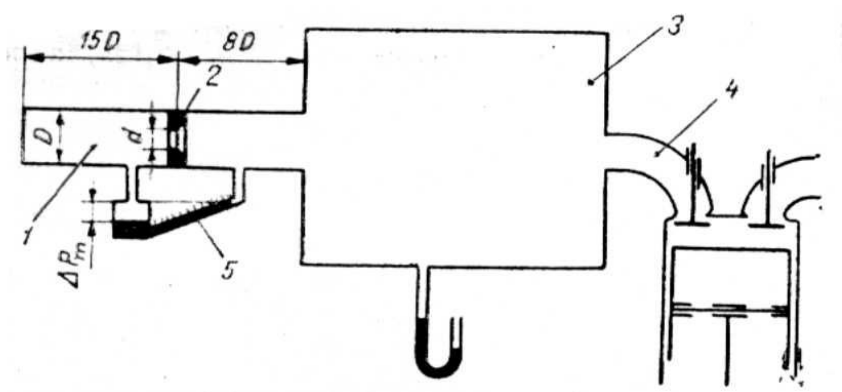



**Fig. 3.1.**

Scala manometrului se poate grada în *debite* sau direct în *pierderi de putere procentuale*. Este cazul aparatelor Crypton, de provenienţă engleză care, în vederea măsurătorilor, se plasează direct pe carburator, în locul filtrului de aer.

**Lucrarea Nr. 4**

# DIAGNOSTICAREA STĂRII DE ETANŞARE A CILINDRILOR MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN SUSPENDAREA FUNCŢIONĂRII ACESTORA

## 4.1. Generalităţi

În regimul de mers în gol al motorului, funcţionarea stabilă a acestuia este asigurată de egalitatea dintre cuplul motor indicat şi cel rezistent datorat consumului propriu de energie [18, 29]. Astfel, la turaţia $n_1$, vom avea ecuaţia de echilibru:

$$Mi_1 = Mr, \tag{4.1}$$

adică se va obţine *punctul de funcţionare 1*, din **fig. 4.1.**

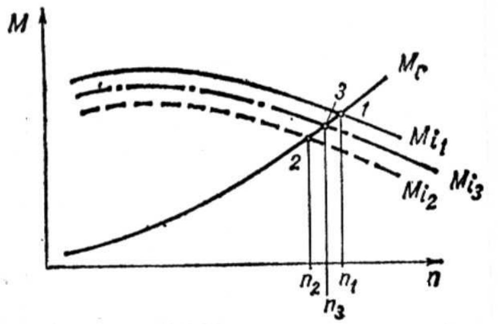



**Fig. 4.1.**

La scoaterea din funcţionare a unui cilindru cu o etanşare normală, cuplul motor indicat se va reduce corespunzător curbei $Mi_2$, punctul de funcţionare stabilindu-se în *2*, deci la turaţia $\mathbf{n_2 < n_1}$. Echilibrul va fi exprimat în acest caz de relaţia:

$$Mi_2 = Mr \tag{4.2}$$

În cazul unui cilindru cu grad de etanşare redus, scăderea cuplului indicat este mai mică, iar punctul de funcţionare se va plasa pe curba $Mi_3$, deci la o turaţie $\mathbf{n_3 > n_2}$.

Se poate concluziona că cilindrii cu grad de etanşare mai mic vor determina reduceri mai mici de turaţie, prin scoaterea lor din funcţiune, decât cei cu etanşare normală.

Astfel, dacă variaţiile procentuale de turaţie între cilindri nu depăşesc 4%, motorul se consideră bun; în caz contrar, trebuie căutată cauza care determină funcţionarea incorectă a cilindrilor la care s-a constatat cea mai mică reducere de turaţie. O astfel de situaţie este ilustrată în **fig. 4.2.**

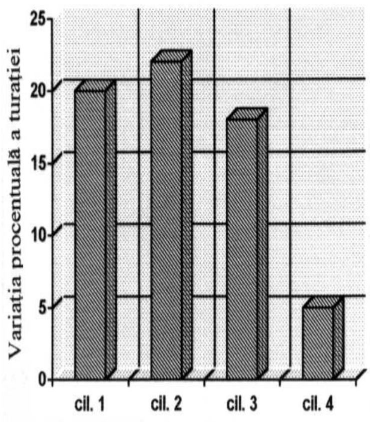
Din categoria acestor aparate, în ţara noastră s-a utilizat mult timp tipul ELKON S-103, destinat m.a.s.-urilor. Aparatul are două scale: una indică turaţia, iar cealaltă variaţia procentuală a acesteia. Turaţia se măsoară folosind impulsurile electrice din circuitul primar al instalaţiei de aprindere. Modul de conectare a acestui aparat la motor este prezentat în **fig. 4.3.**

La motorul diesel trebuie exploatate domeniile de turaţie unde regulatorul este activ, deoarece numai la aceste regimuri motorul funcţionează stabil. Aceste domenii sunt puse în evidenţă în **fig. 4.4,** în cazul unui regulator cu două regimuri, ele corespunzând intervalelor de turaţie $\mathbf{n_g, ..., n'_g}$ **şi** $\mathbf{n_{max}, ..., n'_{max}}$.

Precizia mai ridicată a determinărilor la turaţiile mari, unde cuplul rezistent are o valoare superioară, recomandă utilizarea celui de al doilea domeniu. Procedeul se poate aplica şi fără citirea turaţiei care la motoarele diesel trebuie să se facă pe cale mecanică. În acest caz, se pune în evidenţă poziţia organului de reglaj a debitului ciclic de combustibil cu ajutorul unui dispozitiv multiplicator.

Stabilindu-se turaţia motorului în cel de al doilea domeniu de funcţionare, de exemplu în *punctul 1*, se suspendă funcţionarea unui injector. Astfel, momentul motor indicat ar trebui să se

diminueze până la o valoare corespunzătoare punctului 1', în condițiile în care turația $\mathbf{n_1}$ s-ar menține constantă. Reducerea momentului mo-tor are drept consecință imediată scăderea turației.



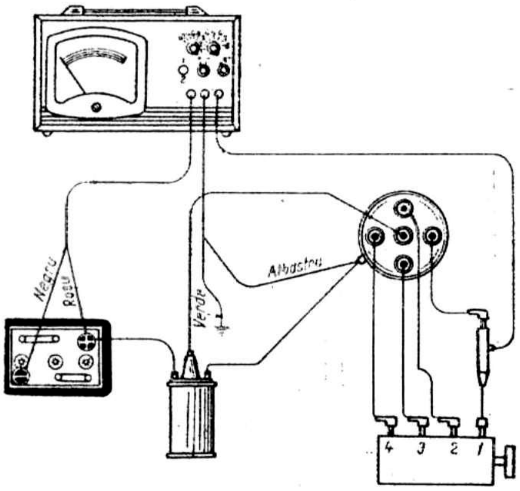
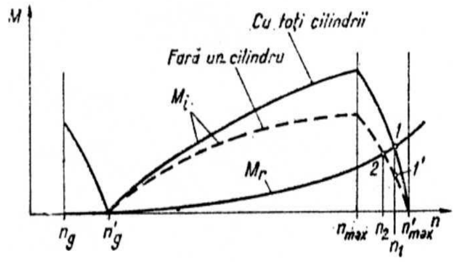




**Fig. 4.2.** **Fig. 4.3.**

Intervenția regulatorului pompei de injecție, în sensul creșterii debitului ciclic de combustibil, mărește cuplul motorului, stabilindu-se astfel un nou *punct de echilibru* marcat cu *2*, caracterizat de egalitatea dintre *momentul motor indicat Mi* și *momentul rezistent Mr*. Dispozitivul amintit mai sus pune în evidență deplasarea suplimentară a cremalierei care constituie astfel criteriul de apreciere a neuniformității funcționării cilindrilor [18].



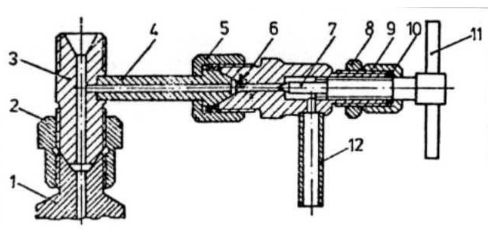




**Fig. 4.4.** **Fig. 4.5.**

Utilizarea acestui procedeu la motoarele cu aprindere prin comprimare implică însă folosirea unui dispozitiv care asigură suspendarea alimentării cilindri-lor. Principial, el este descris în **fig. 4.5** și cuprinde *piesa de legătură 3*, montată pe *racordul 1* al pompei de injecție, fixarea obținându-se cu *piulița 2*, *conducta 4* montată pe *piesa 6*, prevăzută cu *ventilul 7*, precum și *piesele de legătură 8, 9, 10, mânerul 11* și *țeava de scurgere 12*. Acest dispozitiv se montează în paralel cu injectorul, întreruperea alimentării obținându-se prin deschiderea *ventilului 7*. Colectarea motorinei refulate se face prin *țeava 12*, într-un vas prevăzut acestui scop.

**Lucrarea Nr. 5**

# DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN MĂSURAREA SCĂPĂRILE DE AER CU APARATUL *PALTEST*

## 5.1 Principiul metodei

Prin această metodă, motoarele pot fi diagnosticate prin crearea unei suprapresiuni în cilindru sau prin crearea unei depresiuni [29].

În prima situație, pe o cale oarecare se realizează o presiune de aer în cilindrul testat. După întreruperea alimentării cu aer, în funcție de variația presiunii în timp, se poate aprecia gradul de etanşare a cilindrului.

Un astfel de aparat se numeşte *pneumometru.* Schema sa de principiu este prezentată în **fig. 5.1.** Aparatul cuprinde, în mare, următoarele elemente [7]:

*1 - racord de aer;*
*2 - robinet de admisie a aerului;*
*3 - manometrul de control de presiune înaltă;*
*4 - regulatorul de presiune;*
*5 - camera de omogenizare;*
*6 - manometrul de joasă presiune, denumit indicator de stare tehnică;*
*7 - racord de legătură elastic spre orificiul calibrat;*
*8 - robinet de admisie a aerului;*
*9 - piesa de etanşare în orificiul de bujie.*

Aparatul măsoară **pierderile relative** de aer din cilindru şi prin interpretarea acestor date dă indicații asupra gradului de uzură a motorului.

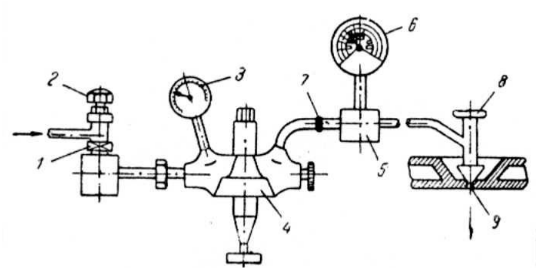


**Fig. 5.1.**

Funcționarea aparatului este următoarea: aerul de la sursa de alimentare, cu o presiune de cel puțin 5 bar, intră prin *racordul 1* la *regulatorul de presiune 4*, iar de acolo în *camera de omogenizare a presiunii 5* şi, prin *robinetul de admisie 8* intră în cilindrul motorului. *Manometrul de înaltă presiune 3*, indică presiunea de intrare a aerului în aparat, iar *manometrul de joasă presiune 6* indică pierderea procentuală de aer, datorită neetanşeității cilindrului. *Regulatorul de presiune 4* stabilizează presiunea de lucru a aerului la 4,5 bar, indiferent de presiunea inițială a aerului la intrarea prin *racordul 1.* Admisia aerului în *camera de omogenizare 5*, se face prin *orificiul calibrat 7* care limitează trecerea aerului spre capul de ieşire. Astfel, în cazul unei presiuni constante, asigurate de *reductorul de presiune 4*, în *camera 5* va trece o anumită cantitate de aer în unitatea de timp. Aerul se introduce în cilindru prin apăsarea *capului 8* şi a piesei de etanşare în orificiul *bujiei 9.* În capul de admisie a aerului există o supapă de reținere a aerului care se deschide numai la apăsarea cu mâna a capului pe gaura bujiei.

La trecerea aerului în cilindrul motorului, acul indicator al manometrului de joasă presiune, după unele oscilații se va stabiliza într-o poziție de echilibru, determinată de egalitatea dintre debitul aerului care intră în cilindru şi cel care scapă prin neetanşeitățile dintre fanta segmenților şi dintre pereții cilindrului şi segmenți.

Scala manometrului de joasă presiune este gradată în procente de pierdere de aer, în zone concentrice, aşa cum se arată în **fig. 5.2.a**, după valoarea alezajului cilindrilor supuşi verificării. Aprecierea calitativă a stării tehnice este reprezentată direct pe scală, de exemplu prin culori diferite, care indică: stare bună, stare satisfăcătoare, necesitatea reparației curente, reparație capitală sau avarie [7].

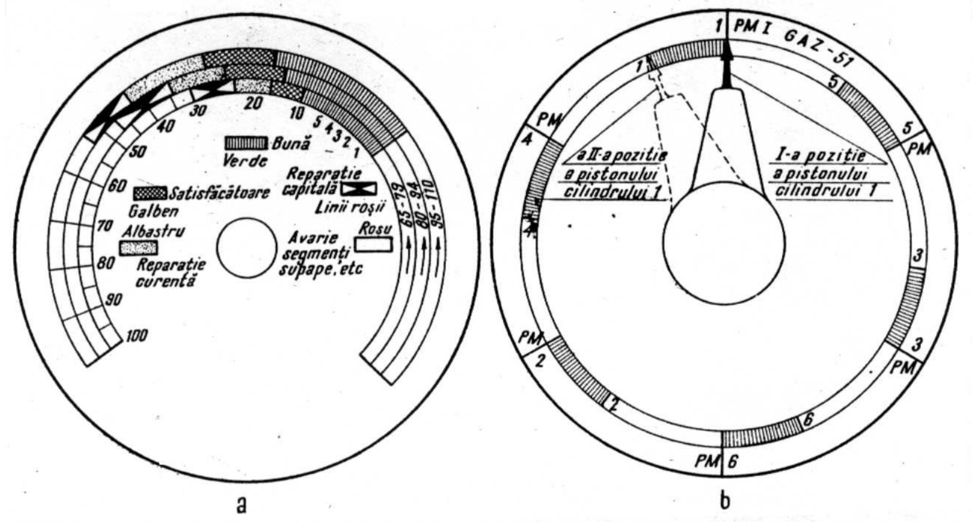



**Fig. 5.2**

Pierderea de aer din cilindri se măsoară spre sfârşitul cursei de comprimare, de obicei în două poziții: la PMI şi la 60 mm de la suprafața
superioară a blocului. Prin interpretarea valorii absolute a pierderilor de aer în cele două poziții ale pistonului, se poate evalua gradul de uzură **(b)**.

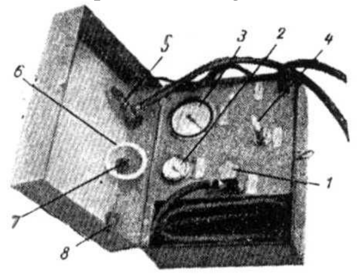


**Fig. 5.3**

Stabilirea stării tehnice a motorului cu acest aparat este destul de rapidă. Astfel, pentru un motor cu şase cilindri este nevoie doar de 15 minute.

Experimental, a rezultat că la o diferență de pierdere de aer mai mare ca 20% la motoarele de autocamioane şi de autobuze şi de peste 15% la motoarele de autoturisme, acestea trebuie reparate capital. Prezentarea acestui tip de aparat se face în **fig. 5.3** [24].

**Lucrarea Nr. 6**

## DIAGNOSTICAREA ECHIPAJULUI MOBIL AL MOTORULUI PRIN DETERMINAREA JOCULUI STATIC DIN LAGĂRE

### 6.1. Generalități

Metoda permite stabilirea valorilor jocurilor din lagărele arborelui cotit, ale bielei şi bolţului.

Aparatura utilizată este descrisă în **fig. 6.1**. Ea conţine *sursa de aer comprimat 9* şi *de vacuum 8,* prevăzute cu *rezervoarele 10* şi *7, manovacuumetrele 6* şi *regulatoarele 4* şi *5;* ele sunt puse în legătură cu *distribuitorul 3.* Acesta conectează alternativ cilindrul cercetat cu cele două surse, cu o frecvenţă de 50 de impulsuri duble pe minut. Partea de măsură conţine *dispozitivul electronic 14, blocul de alimentare 13*, precum şi *traductoarele 2, 11* şi *12. Dispozitivul 14* prelucrează de fapt semnalele transmise de traductoare, măsoară timpii de la începutul deplasării pistonului până în momentele producerii şocurilor în lagăre. Simultan, măsoară presiunea în camera de compresie a cilindrului cercetat [29].

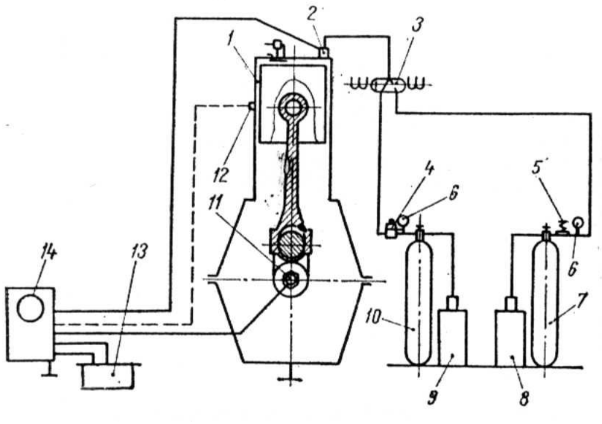



**Fig. 6.1.**

*Traductorul 12* se plasează magnetic pe blocul motor, iar *traductorul 11* pe capătul arborelui cotit. *Traductorul de presiune 2* se montează în locul bujiei, injectorului sau supapei de admisie.

Instrumentele indicatoare ale *aparatului 14* sunt constituite, de fapt, din două ampermetre, cu scalele gradate în ms, respectiv bar.

La începerea măsurătorilor, se aduce pistonul la PMI. *Distribuitorul 3* pune cilindrul succesiv în legătură cu reţeaua de aer comprimat sau de vacuum. Deci, *pistonul 1* va fi alternativ atras spre chiulasă şi apoi apăsat spre arborele motor. Instalaţia măsoară intervalele de timp între începutul mişcării pistonului într-un sens şi şocurile produse succesiv prin consuma-rea jocurilor în articulaţiile bielei şi arborelui.

Intervalele de timp citite sunt apoi transformate în mărimi ale jocurilor din aceste articulaţii, cu ajutorul unor nomograme.

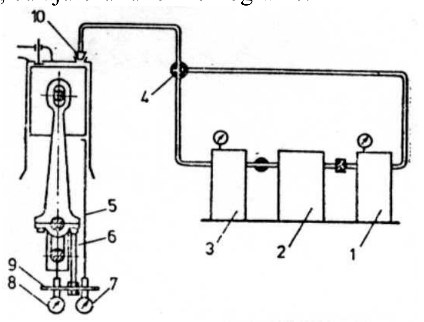



**Fig. 6.2.**

Există şi o variantă simplificată a acestei instalaţii care suplineşte lipsa traductoarelor adecvate, folosind comparatoare. În acest caz, măsurarea jocurilor se face direct, aşa cum se arată în **fig. 6.2** [18]. Există de asemenea două *rezervoare*, unul *de aer comprimat 1* şi altul *de vacuum 3.* Presiunile în cele două rezervoare sunt asigurate de *compresorul 2. Robinetul cu trei căi, 4*, serveşte pentru conectarea cilindrului motorului la rezervoare.

În vederea măsurătorii se demontează, după caz, carterul inferior al motorului sau baia de ulei şi se montează *comparatoarele 7* şi *8*, cu ajutorul *piesei 9*, fixată pe capacul bielei prin intermediul *tijei 6. Comparatorul 7* se poziționează, folosind *tija 5*, sub mantaua pistonului, în timp ce al doilea *comparator, 8*, se montează sub un braț al arborelui cotit. În acest mod, *comparatorul 7* va înregistra deplasarea pistonului în raport cu biela, adică suma jocurilor dintre piston şi bolț şi dintre bolț şi bielă.

Succesiunea operațiilor cu o astfel de instalație este următoarea:

- se demontează bujiile sau injectoarele motorului;
- se creează în *rezervorul 1* o presiune de circa 2 bar, iar în *3* o depresiune de aproximativ 0,9 bar;
- se aduce pistonul cilindrului respectiv în PMI, corespunzător cursei de comprimare şi se asigură arborele cotit contra rotirii libere;
- se conectează instalația în locaşul bujiei sau injectorului prin intermediul *racordului de cauciuc 10* şi reglând *robinetul 4* se creează în cilindru o depresiune, după care se aduc comparatoarele la zero;
- acționând din nou *robinetul 4* se trimite în cilindru aer comprimat, astfel ca pistonul şi biela să fie apăsate către arborele cotit, citindu-se jocurile indicate de comparatoare;
- pentru mărirea preciziei, probele se repetă de 3 - 4 ori, luându-se în considerare media aritmetică a valorilor;
- operațiunile se reiau la toți cilindrii motorului.

**Lucrarea Nr. 7**

# DIAGNOSTICAREA STATICĂ ŞI DINAMICĂ A MECANISMULUI DE DISTRIBUŢIE A GAZELOR LA MOTOARELE DE AUTOMOBIL

## 7.1. Generalităţi

Funcţionarea incorectă a mecanismului de distribuţie afectează nu numai durata normală de serviciu a motorului, ci şi indicii săi economici. Frecvent, aceste defecţiuni sunt ignorate sau confundate cu defecţiuni ale sistemului de aprindere, deoarece unele efecte sunt asemănătoare [26].

Elementele mecanismului de distribuţie a gazelor sunt supuse mai ales uzurilor mecanice. Există totuşi unele piese, în special supapele de evacuare care în plus sunt solicitate şi din punct de vedere termic şi chimic. Din aceste motive apar abateri dimensionale şi de formă ale elementelor mecanismului. Acestea se manifestă la nivelul camelor arborelui de distribuţie, tacheţilor, culbutorilor şi cozilor supapelor. De asemenea, se creează jocuri mărite la perechile tachet-ghid, culbutor-supapă, supapă-ghid, precum şi în lagărele arborelui cu came. Uzurile apar în timp şi la pinioanele de distribuţie, la lanţul de distribuţie producând, în egală măsură, detensionarea arcurilor supapelor şi defecţiuni ale mecanismului de întindere a lanţului.

Procesele menţionate sunt accelerate de neaplicarea consecventă şi corectă a normelor profilactice de întreţinere tehnică a mecanismului de distribuţie.

Aşa cum s-a arătat, supapa de evacuare este cel mai complex solicitată şi de aceea, cele mai frecvente defecţiuni majore se localizează aici. Datorită faptului că această supapă primeşte căldură când este în poziţia deschisă pe întreaga sa suprafaţă exterioară, răcirea făcându-se numai prin tijă şi extrem de puţin prin suprafaţa de etanşare a scaunului, evident numai când supapa este închisă, temperatura sa de regim este ridicată putând atinge 750 – 800 $^0$C. În această situaţie, rezistenţa mecanică şi de uzură a oţelului se reduc, apărând pericolul de gripare în ghid şi de deformare a talerului. Acest ultim aspect este favorizat şi de distribuţia neuniformă a temperaturii pe circumferinţa talerului. Se compromite în acest mod etanşarea, fenomenul amplificându-se destul de rapid din cauza apariţiei calaminei între suprafeţele de aşezare. Prezenţa calaminei pe supapa de evacuare se explică prin transformările chimice ale uleiului şi combustibilului care apar la temperaturi înalte.

Amplificarea interdependentă a acestor două procese conduce la deformarea accentuată a supapei şi la *arderea ei.* Aspectul se manifestă prin creşterea consumului de combustibil, printr-o funcţionare neregulată a motorului la mersul în gol şi rateuri în eşapament şi printr-o pornire dificilă, mai ales iarna. Aceste uzuri şi deformări se pot cumula cu abateri geometrice rezultate din procesul de fabricaţie, aşa cum se indică în **fig. 7.1.**

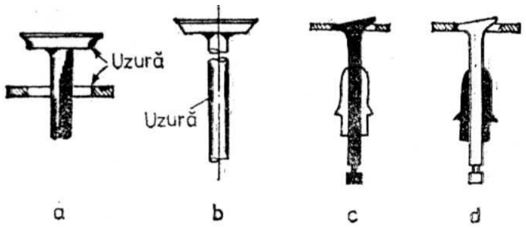



**Fig. 7.1.**

O altă defecţiune cu manifestări ce compromit performanţele motorului este ruperea sau slăbirea arcurilor supapelor. În acest caz, mai ales la turaţii înalte, supapele nu mai au o mişcare în concordanţă cu profilul camelor, apărând astfel decalaje ale fazelor de distribuţie. Consecinţele sunt, printre altele, întoarcerea încărcăturii proaspete în galeria de admisie, eliminarea unei părţi din fluidul proaspăt prin galeria de evacuare,

un consum exagerat de combustibil şi, evident, reducerea puterii motorului. Defectul apare mai ales la motoarele care prezintă o durată de serviciu foarte mare, precum şi la cele care au funcţionat timp mai îndelungat la regimuri termice ridicate.

### 7.2 Metode şi aparatură

Stabilirea stării tehnice a mecanismului de distribuţie se face pe baza unor *parametri de diagnosticare*. Aceşti parametri de diagnosticare sunt:

- jocul dintre supape şi culbutori sau dintre tachet şi camă;
- fazele de distribuţie;
- zgomotele emise.

Metoda cea mai rapidă şi simplă de verificare şi în acelaşi timp de restabilire a valorilor nominale ale jocului termic se bazează pe utilizarea lamelelor de grosime calibrată (*lere*), evident cu toate limitele procedeului.

După cum se cunoaşte, fazele de distribuţie influenţează substanţial performanţele motorului.

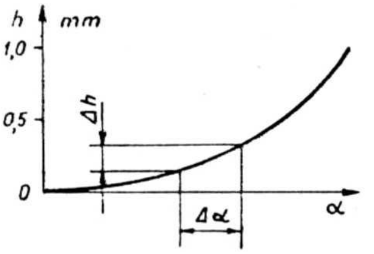



**Fig. 7.2.**

Modificări mici ale cursei supapei, **Δh**, datorită uzurilor sau a reglajelor imperfecte produc, la începutul şi la sfârşitul cursei, datorită dependenţei aproximativ sinusoidale, mari decalaje unghiulare, **Δα**. Acest aspect este ilustrat în **fig. 7.2** şi modifică fazele distribuţiei, reducând durata de desfăşurare a proceselor de schimbare a gazelor. Verificarea fazelor distribuţiei, la diagnosticare, constă de fapt în verificarea duratei totale a proceselor. În acest scop se utilizează două metode [18, 29].

### 7.3 Metoda statică

Această metodă presupune plasarea pe capătul arborelui cotit a unui disc gradat, la care reperul "**0**" coincide cu PMI. În dreptul supapei se fixează un ceas comparator şi se roteşte uşor arborele cotit observându-se începutul ridicării şi sfârşitul ridicării supapei. Aceste valori se compară cu datele constructive ale motorului.

### 7.4 Metoda dinamică

Procedeul descris anterior este însă greoi, presupune timp şi nu ţine seama de efectele dinamice din timpul funcţionării motorului, când fazele de distribuţie diferă. De aceea se preferă utilizarea stroboscopului ca metodă mai precisă.

Aceste stroboscoape diferă de cele pentru reglajul aprinderii prin unghiul foarte larg al variaţiei momentului producerii impulsului luminos, adică 300 ÷ 360 $^0$RAC.

Stroboscopul se conectează pe fişa de înaltă tensiune a bujiei cilindrului respectiv. Se demontează capacul culbutorilor şi se reglează motorul la mers în gol, la turaţia de 1.000 ÷ 1.200 rpm. Se reglează stroboscopul pentru momentul ridicării şi coborârii supapei, faţă de momentul aprinderii (**fig. 7.3**). În acest mod se vor obţine unghiurile $\alpha_1$ şi $\alpha_2$. Diferenţa lor, $\Delta\alpha=\alpha_2 - \alpha_1$, reprezintă durata efectivă de deschidere a supapei, când turaţia este însă menţinută constantă pentru a nu modifica avansul la aprindere.

Duratele obţinute se compară cu valorile recomandate de fabricantul motorului.

Dacă jocurile termice sunt reglate corect, obținerea unor diferențe mai mari de 10 ÷ 15% indică o uzură avansată a pieselor mecanismului de distribuție.

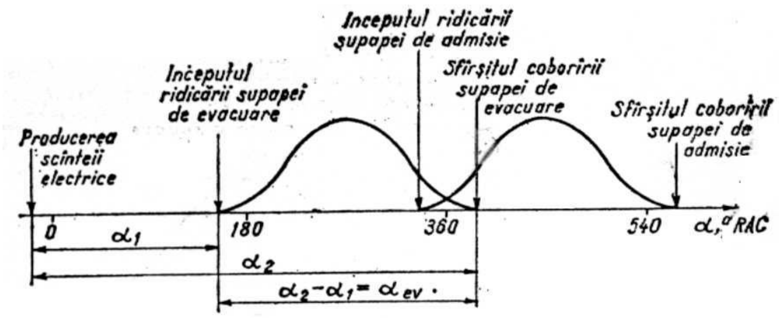



Fig. 7.3.

**Lucrarea Nr. 8**

# DIAGNOSTICAREA UZURILOR PRIN ASCULTAREA MOTORULUI

## 8.1. Generalități

Este o metodă empirică, subiectivă, care poate conduce însă la unele rezultate calitative. Acestea depind în mare măsură de experiența şi calificarea personalului care efectuează diagnosticarea.

Există zone preferențiale de ascultare care se indică în **fig. 8.1**. Astfel, dacă motorul este examinat (ascultat) în *zona 1*, se pot semnala defecte la pinioanele de distribuție; în *zona 2*, defecte la supape; în *zona 3*, defecte ale pistoanelor, bolțurilor, segmenților şi lagărelor de bielă; în *zona 4* defecte ale lagărelor arborelui de distribuție; în *zona 5* defecte la lagărele paliere ale arborelui cotit, iar în *zona 6* defecte la ambreiaj şi volant.

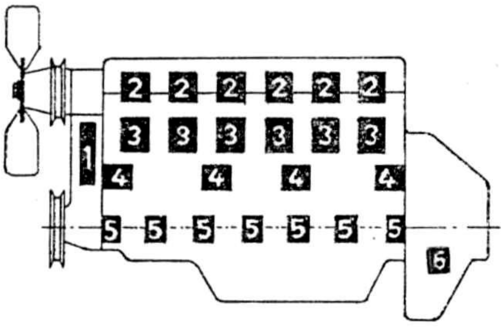



**Fig. 8.1.**

Ascultarea lagărelor paliere şi de bielă precum şi a bătăilor bolțurilor se face la temperaturi normale ale agentului de răcire şi a uleiului din carterul motorului. Contrar, ascultarea bătăilor provocate de jocul dintre piston şi cilindru se face cu motorul rece.

Caracterul bătăilor sau al zgomotelor din motor, intensitatea lor precum şi locul apariției lor furnizează unele indicii privind natura defectelor ce urmează a fi remediate prin lucrări de întreținere sau, aşa după cum este cazul general, prin lucrări de reparații curente.

Rezultatele ascultării motorului conduc la concluzii care ar putea fi sistematizate în modul următor [7, 18, 26, 29].

***Lagărele paliere*** – produc zgomote specifice când jocul între cuzinet şi fus este mai mare de 0,1 ... 0,2 mm. Ele se pot auzi în partea de jos a blocului motor, în zona de separare a băii de ulei. Zgomotul este puternic, surd, de nivel coborât. Apare clar la schimbarea bruscă a turației motorului.

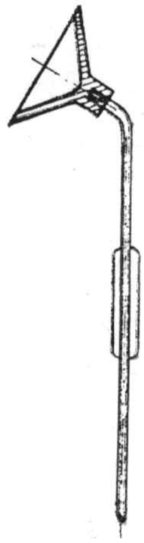
***Lagărele de bielă*** – zgomotele emise sunt mai vii, mai ascuțite. Se produc de asemenea la modificarea rapidă a turației. Ele încetează brusc la întreruperea aprinderii motorului. Aceste zgomote trebuie ascultate pe peretele blocului, pe cât posibil în zonele ce corespund poziției inferioare şi superioare a bolțului bielei.

***Bolțul*** – "*bătăile*" bolțului în bielă sau în piston apar la jocuri care depăşesc 0,1 mm. Ele devin perceptibile la regimuri cu turații rapid variabile, în zona superioară a blocului de cilindri. Sunetul este metalic şi se estompează de asemenea la întreruperea aprinderii.

***Grupul piston-cilindru*** – zgomotul datorat uzurii excesive apare când jocul depăşeşte 0,3 ... 0,4 mm. Se percepe distinct în partea superioară a blocului de cilindri, pe partea opusă axului cu came. Bătăile se aud distinct la turații joase şi sunt intense când motorul este rece. Sunetul este sec şi dur şi se atenuează pe măsură ce motorul se încălzeşte, fără însă să dispară complet.

***Mecanismul de distribuție*** – zgomotele apar mai ales când jocul dintre supapă şi culbutor are valori mari, ca urmare a uzurii. Se disting în partea superioară a chiulasei, la orice turație.

Tot în această zonă se distinge şi sunetul produs de uzarea lagărelor arborelui cu came, mai ales la turații joase. În vederea ascultării acestor zgomote se utilizează stetoscoape, prezentate în **fig. 8.2** şi **fig. 8.3**.



O varianta perfecţionată de stetoscop, prezentată în **fig. 8.3**, este un aparat tranzistorizat. El conţine un *amplificator de joasă frecvenţă 4*, ce amplifică semnalele emise de un traductor cu cuarţ. Blocul electronic este simplu şi este alimentat de două *baterii uscate* de 3V, notate cu *2*. *Corpul 3* este confecţionat din material plastic şi este prevăzut cu *tija palpatoare 5*. *Cablul 1* transmite impulsurile electrice pe care *receptorul 6* le transformă în semnale acustice.

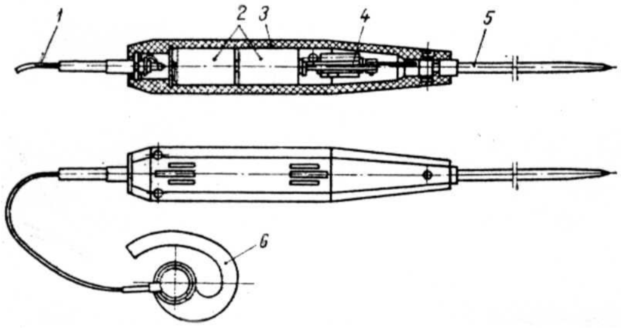



**Fig. 8.2.** **Fig. 8.3.**

De menţionat că, la jocuri mari ale mecanismului distribuţiei, zgomotele se aud distinct şi cu urechea liberă. Astfel, în cazul uzurii culbutorilor, reglajul distribuţiei cu ajutorul *lerelor* nu duce la rezultate acceptabile. Ca urmare a concavităţii culbutorului, jocul real este mult mai mare decât cel măsurat. Într-o astfel de situaţie se impune recondiţionarea culbutorului sau înlocuirea sa.

Există tendinţa modernă de a se *analiza sunetele* emise de motor cu ajutorul unei aparaturi specifice. Principiul metodei constă în faptul că *frecvenţa* sunetelor emise datorită *jocului* între *două piese mobile* aflate în contact este specifică perechii de piese, *amplitudinea* depinde de mărimea jocului, iar faza **φ** este determinată de faptul că un zgomot se produce într-un moment bine precizat pe ciclul funcţional al motorului. Mărimea fazei permite deci localizarea zgomotului în timp. Pe acest principiu au fost dezvoltate aparate numite s*trobatoare* care analizează, cu ajutorul unui selector de fază ce indică momentul când se produce zgomotul, semnalele sonore culese de pe structura motorului, la intervale de timp bine stabilite (momentul aprinderii, momentul trecerii pistonului prin PMI. etc.) când se produc de fapt şocuri caracteristice. Aprecierea jocului se face după amplitudinea semnalului sonor [29].

***Spectrometrele de sunete*** înregistrează spectogramele sunetelor de diferite frecvenţe şi amplitudini, prin prelucrarea lor apreciindu-se jocurile.

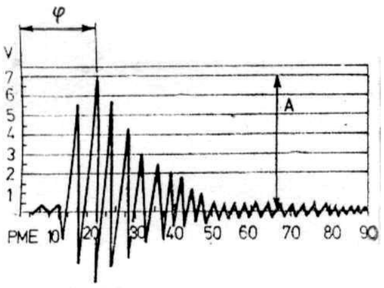



**Fig. 8.4.**

*Vibrosemnalul* unui lagăr de bielă, după prelucrare, va avea aspectul din **fig. 8.4**. Se observă că semnalul este bine individualizat ca fază, frecvenţă şi amplitudine. Această mărime va depinde de intensitatea şocului apărut între fusul maneton şi lagărul de bielă care este proporţională cu jocul dintre aceste piese. Deci amplitudinea vibrosemnalului constituie, în acest caz, factorul de diagnosticare care conduce la aprecierea exactă a uzurii ansamblului.

În **fig. 8.5.a** se prezintă vibrograma unei supape de evacu-are ce funcţionează corect. După depăşirea PMI, la aproximativ $12^0$ RAC, supapa ia contact violent cu sediul. Şocul apărut pro-duce reculul supapei care, abia după încă $18^0$ RAC, adică la $30^0$ RAC după PMI, revine pe sediu cu închidere corespunzătoare şi vibraţii caracteristice. Jocul exagerat conduce la micşorarea fazei şi

la amplitudini mai mari (**fig. 8.5.b**), în timp ce un joc mic produce creşterea fazei însoţită de reducerea amplitudinii (în **fig. 8.5.c**).

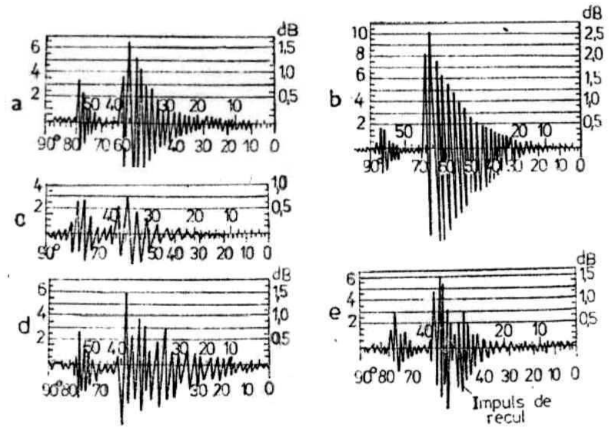


**Fig. 8.5.**

În **fig. 8.5.d** apare situaţia tipică unui joc mărit între tija supapei şi ghidul acesteia; uzura pronunţată determină supapa să nu mai ia contact normal cu sediul, abătându-se lateral faţă de acesta. Din acest motiv apar vibraţii neuniforme, de durată îndelungată şi amplitudini reduse.

Vibrograma din **fig. 8.5.e** apare în cazul slăbirii resortului supapei. Se observă că arcul nu mai poate asigura menţinerea închisă a supapei, permiţând deschiderea ei ulterioară, oscilatorie, la circa 40 $^0$RAC după PMI, cu amplitudine apropiată de aceea a şocului primului contact [26].

Problema constă însă în faptul că rezultatele obţinute pe un motor nu pot fi generalizate. Chiar şi pentru acelaşi motor, ele depind de regimul de turaţie şi de cel termic, de calitatea uleiului şi de zona de amplasare a traductorului.

**Lucrarea Nr. 9**

# DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE OXID DE CARBON DIN GAZELE EVACUATE CU AJUTORUL ANALIZORULUI ELECTRIC *FAST-ECO*

## 9.1. Generalități. Componența şi geneza produşilor poluanți din gazele de evacuate.

Poluarea produsă de automobile, prin efectele ei, se face tot mai simțită. Din acest motiv ea trebuie analizată complex şi anume în planuri diferite. Este vorba în primul rând de poluarea chimică, produsă majoritar de substanțele nocive emise de motor şi în al doilea rând de poluarea sonoră la care motorul este, de asemenea, sursa principală.

Substanțele nocive emise de automobil au la rândul lor două cauze diferite:

- arderea combustibilului în motor;
- izolarea imperfectă a cavităților interioare ale motorului şi rezervorului de combustibil, față de atmosferă.

Astfel, prin ardere sunt eliminate în atmosferă, odată cu gazele de evacuare, circa 65% din totalul substanțelor poluante, în timp ce, din interiorul motorului provine un procent de 15% al acestor componente chimice nocive. Etanşarea imperfectă a rezervorului de combustibil şi a carburatorului conduc la evacuarea în atmosferă, datorită evaporării combustibilului, a 20% din substanțele nocive. Asta înseamnă că, înainte de adoptarea primelor legislații antipoluante, aproape 20% din benzina introdusă în rezervorul unui automobil se risipea în mediul ambiant. Pentru un automobil echipat cu un motor de 1400 cmc (cazul Daciilor produse în ultimii ani) care parcurge anual, în medie aproximativ 30.000 km şi consumă în medie 8 l de benzină/100 km, risipa de combustibil ar fi de: 0,2 x 8 x 30000/100 â 480 l/an. Se poate astfel lesne concluziona că limitarea poluării chimice reprezintă nu numai o protejare a mediului ambiant, ci şi utilizarea mai rațională a combustibililor.

Produsele nocive din atmosferă au la bază atât componente primare, cît şi componente secundare.

***Componentele primare*** sunt substanțe în stare gazoasă, emise direct de sursă, cum este cazul oxidului de carbon, a hidrocarburilor sau a oxizilor de azot, dar şi în stare solidă, sub formă de particule de plumb sau funingine. ***Componentele secundare*** sunt smogul fotochimic şi smogul umed (denumirea provine din limba engleză: smoke (fum) Â fog (ceață).

Nocivitatea emisiilor poluante nu este de loc de neglijat. Astfel, oxidul de carbon (CO) are un efect toxic asupra organismului deoarece, în combinație cu hemoglobina din sânge formează carboxihemoglobina care împiedică alimentarea țesuturilor cu oxigen. Intoxicația cu oxid de carbon produce dureri de cap, oboseală, amețeli, tulburări de vedere, irascibilitate, vomă, leşin, comă, moarte.

***Hidrocarburile***, notate convențional cu HC, în special formaldehida şi acroleinele, se pot identifica prin miros urât. In general, au acțiune cancerigenă.

***Oxizii de azot***, în special monoxidul de azot (NO) şi bioxidul de azot NO2) din gazele de evacuare, în care cel de al doilea apare în proporție de 1/10 , ... , 1/20, sunt nocivi deoarece, la rândul lor, fixează hemoglobina din sânge, irită ochii şi căile respiratorii. Oxizii de azot sunt mai periculoşi în calitate de componente secundare. Ei se notează convențional cu Nox, chiar dacă se referă la NO şi $NO_2$.

***Particulele*** sunt constituite din carbon sau din plumb şi compuşii lui. Particulele de funingine reduc vizibilitatea. Cele de plumb sunt periculoase deoarece, la dimensiuni mai mici de 1 μm, se mențin în aer sub formă de aerosoli şi ajung în organism prin căile respiratorii.

***Smogul fotochimic*** reprezintă o ceață caracteristică unor zone geografice. El se formează într-o atmosferă uscată, la temperaturi mai mari de $20^0$ C, în prezența razelor solare. Este iritant

atât pentru căile respiratorii cît şi pentru ochi şi reduce vizibilitatea. Formarea lui are la bază, în mod probabil, un mecanism de 13 reacţii chimice înlănţuite. Acest mecanism este declanşat şi dezvoltat de monoxidul de azot şi de hidrocarburi, în prezenţa luminii.

***Smogul umed*** se formează într-o atmosferă umedă, la temperaturi mici, sub $4^0$ C. Substanţele componente sunt particulele solide de funingine, oxidul de carbon precum şi oxizii de sulf. Acţiunea sa dezastruoasă s-a manifestat cel mai puternic la Londra, în anul 1952, când din această cauză au decedat 3.500 de persoane. Din acest motiv el se mai numeşte şi ***smog londonez***.

Nocivitatea emisiilor poluante depinde atât de concentraţia acestora cît şi de durata expunerii organismului uman. Concentraţia maximă, într-un interval de timp, a fost denumită ***prag nociv***. Pragurile nocive se exprimă prin valori foarte reduse, ceea ce necesită echipamente de măsură precise.

Concentraţiile maxime se măsoară în $cm^3$ de substanţă nocivă, raportată la 1 $m^3$ de aer. Deoarece 1 $cm^3$ este a milioana parte dintr-un $m^3$, se foloseşte în mod curent ca unitate de măsură ***partea pe milion*** (ppm). In aceste condiţii, pragurile nocive se vor putea exprima în mod precis. Influenţa concentraţiei de oxid de carbon şi a duratei de expunere asupra conţinutului relativ de carboxihemoglobină este prezentată în general sub forma unor diagrame. Cu ajutorul acestor diagrame se pot stabili pragurile nocive în funcţie de timpul de expunere. Se observă că o concentraţie mai mică de 100 ppm timp de 10 ore este deja dăunătoare. In România, pragul nociv a fost stabilit la 4,8 ppm/0,5 ore şi 1,6 ppm/24 ore.

### 9.2. Principii si instalaţii de control al produşilor poluanţi

Stabilirea compoziţiei chimice atât în gazele de ardere cât şi în flacără se poate face, în principiu, pe două căi:

- prin analiză chimică directă, cea mai semnificativă metodă fiind analiza spectrală şi,
- prin analiza imediată sau după un timp de conservare as probelor de gaze extrase.

Metodele şi tehnica de lucru folosite depind, în ambele variante, de natura substanţelor analizate, de stabilitatea compuşilor chimici, precum şi de existenţa radicalilor liberi şi a atomilor. Tocmai de aceea trebuie menţionat, de exemplu, faptul că prelevarea probelor de gaz în vederea analizei compuşilor chimici instabili presupune precauţii speciale.

In tehnica diagnosticării motoarelor de automobil, în majoritatea situaţiilor se utilizează analiza imediată a gazelor evacuate.

Precizia cu care se măsoară concentraţia substanţelor depinde de aparatura folosită.

### 9.3. Măsurarea concentraţiei oxidului de carbon

Aşa cum s-a arătat, concentraţia oxidului de carbon în gazele de evacuare depinde, în principal, de dozajul amestecului. Din acest punct de vedere dozajul constituie un criteriu de corelare a cantităţii de combustibil şi de aer care participă la ardere. Notat cu **d**, el reprezintă raportul:

$$d = \frac{G_c}{G_a}$$

unde : $G_c$ este cantitatea sau debitul de combustibil, iar $G_a$ semnifică cantitatea sau debitul de aer.

In cazul oxidării stoechiometrice, pentru arderea a 1 kg de benzină sunt necesari aproximativ 14,8 kg aer, în timp ce pentru 1 kg de motorină este nevoie de circa 14,5 kg aer.

Asimilând aceste cantităţi cu valoarea 15, coeficientul de dozaj teoretic, notat $d_t$, pentru ambele cazuri devine:

$$d_t = \frac{1}{15} \cong 0{,}0666$$

Inversul coeficientului de dozaj, notat cu **d'**, oferă o mai mare uşurinţă de calcul şi de comparaţie, iar valoarea sa teoretică va fi:

$$d'_t = \frac{1}{d_t} = \frac{G_a}{G_c} \cong 15$$

Pe baza acestei valori se poate face următoarea discuţie privind amestecul dintre aer şi combustibil:

- d < 15, amestecul este bogat;
- d = 15, amestecul este stoechiometric;
- d > 15, amestecul este sărac.

Ambii coeficienţi definiţi mai sus prezintă însă dezavantajul că nu se precizează în mod direct calitatea amestecului, adică cât de sărac sau cât de bogat este acesta. Inconvenientul se evită prin folosirea coeficientului de exces de aer, **λ**, care se stabileşte ca raportul dintre cantitatea de aer de care dispune 1 kg de combustibil, $G_a$ şi cantitatea de aer necesară arderii stoechiometrice a acestei cantităţi de combustibil, $G_{at}$:

$$\lambda = \frac{G_a}{G_{a_t}}$$

Cu titlul de observaţie se poate remarca că **λ** este legat de **d** prin următoarea dependenţă:

$$d = \frac{G_c}{G_a} = \frac{\dfrac{G_c}{G_{a_t}}}{\dfrac{G_a}{G_{a_t}}} = \frac{1}{\lambda} d_t$$

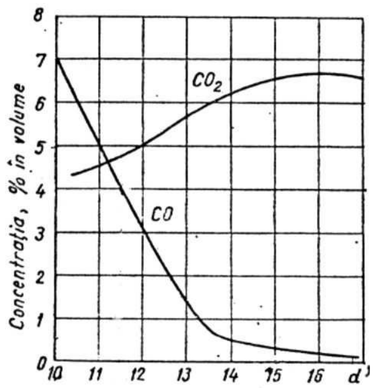



Fig. 9.1.

şi că, în mod evident, exist îşi inversul relaţiei, adică:

$$d' = \lambda \frac{1}{d_t}$$

Oxidul de carbon în exces în gazele de evacuare denotă o funcţionare anormală, în special a aparaturii de alimentare.

Diagnosticarea după emisia de oxid de carbon este specifică motoarelor cu aprindere prin scânteie. Concentraţia de oxid de carbon creşte la îmbogăţirea amestecului, deci la valori reduse ale lui d', aşa cum se indică în diagrama din **fig. 9.1**.

Utilizând această diagramă se poate stabili, de asemenea, în mod indirect, valoarea d' prin măsurarea concentraţiei oxidului de carbon în gazele evacuate.

In general, se folosesc două tipuri de aparate: *analizoare electrice* şi *analizoare cu raze infraroşii.*

### 9.4. Utilizarea analizorului electric

Cel mai simplu analizor electric, cu posibilităţi de utilizare aproape universale, este analizorul prin conductibilitate termică, cu traductor electric rezistiv. Măsurarea se bazează pe diferenţele de conductibilitate termică a gazelor din amestec. Traductorul, montat într-o coloană prin care curge cu viteză constantă gazul analizat, este încălzit electric şi atinge o temperatură care depinde de conductibilitatea termică a gazului. Detectorul are în general un al doilea traductor, identic cu primul care se află într-o coloană prin care circulă un gaz purtător pur. Diferenţa de

temperatură între cele două traductoare se transformă astfel într-o diferență de rezistență electrică, măsurată într-o punte Wheatstone. Posibilitatea detectorului de a distinge compuşii din amestecul de gaze analizat depinde evident de existența unor diferențe de conductibilitate termică bine marcate. Din punct de vedere al gazului purtător, cel mai indicat este heliul, caracterizat printr-o înaltă conductibilitate termică.

Din acest motiv, analizoarele electrice sunt foarte răspândite. Principiul de funcționare descris anterior este materializat în schema din **fig. 9.2.**

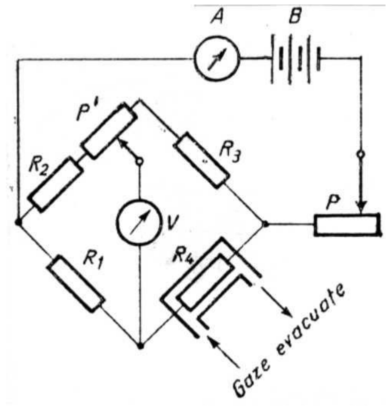



**Fig. 9.2.**

Aparatul cuprinde o punte Wheatstone cu voltmetrul V şi ampermetrul A. Alimentarea se face de la bateria B, prin intermediul potențiometrului P, utilizat pentru reglajul alimentării. Rezistențele $R_1$ şi $R_2$ au aceeaşi valoare, iar potențiometrul P' este utilizat pentru echilibrarea punții. In acest scop este folosit şi voltmetrul V. Rezistențele $R_3$ şi $R_4$ sunt de aceeaşi valoare. $R_3$ se află însă în aer liber, aerul având rolul gazului purtător pur, iar $R_4$ este baleiată de gazele de evacuare. In acest scop, rezistența $R_4$ se află montată într-o casetă prin care circulă gazele evacuate care în prealabil au fost răcite la temperatura aerului, iar umiditatea condensată şi separată.

Gradul diferit de răcire al rezistențelor $R_3$ şi $R_4$, consecință a diferenței dintre coeficienții globali de transfer termic care apar în aer şi în gazele evacuate,face ca valoarea lui $R_4$ să se modifice şi puntea să se dezechilibreze.Când tensiunea de alimentare a rezistenței $R_4$ nu variază, atunci temperatura ei depinde numai de cantitatea de căldură cedată gazelor din camera de măsură. Acest lucru este influențat atât de coeficientul de convecție, prin viteza de circulație, cât şi de conductibilitatea termică a gazelor care circulă prin această cameră de măsură. De aceea, în camera de măsură, în dreptul Rezistenței $R_4$, se recomandă menținerea unui regim difuziv de transfer termic.

In gazele de evacuare, diferențe mari în ceea ce priveşte coeficientul de conductibilitate au bioxidul de carbon, bioxidul de sulf şi hidrogenul, restul neprezentând un astfel de fenomen. Concentrația bioxidului de sulf şi a hidrogenului nu depind însă de dozaj. Tocmai de aceea determinarea se bazează deci pe conținutul de bioxid de carbon. Rezultă de fapt că atât determinarea concentrației de oxid de carbon cât şi a dozajului se fac indirect, prin determinarea conținutului de bioxid de carbon din gazele evacuate.

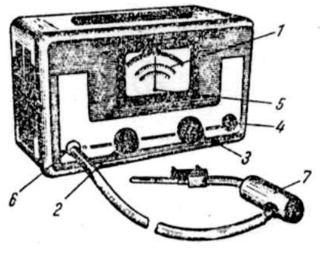



**Fig. 9.3.**

Pentru mărirea sensibilității se prevăd în realitate două rezistențe etalon şi două rezistențe de măsură.

Scala aparatelor este gradată, de regulă, în valori ale inversului dozajului, d', deoarece conductibilitatea termică a $CO_2$ din gaze este proporțională cu acesta. Este cazul aparatelor Crypton BA-64, englezesc şi Elkon A-105.

Analizorul portabil Crypton este prezentat în **fig. 9.3.** Părțile sale componente sunt: scalele indicatoare 1, captatorul de gaze arse 7, racordul de aducțiune a gazelor în aparat 6, comutatorul pentru încălzirea rezistențelor 2, potențiometrul pentru echilibrarea punții 3, lampa de control 4 şi butonul de aducere a acului la zero, 5. Domeniul de măsură pentru d' este cuprins între 10 şi 15. El poate fi utilizat pentru redarea dozajului la mers în gol, precum şi pentru verificarea pompei de accelerație şi a înfundării filtrului de aer.

# DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE OXID DE CARBON DIN GAZELE EVACUATE CU AJUTORUL ANALIZORULUI ELECTRIC CU POSTARDERE *PALTEST JT 220*

Determinarea mai precisă a concentrației oxidului de carbon se face însă cu analizoare electrice cu postardere. Schema de principiu a unui astfel de analizor este prezentată în **fig. 10.1**.

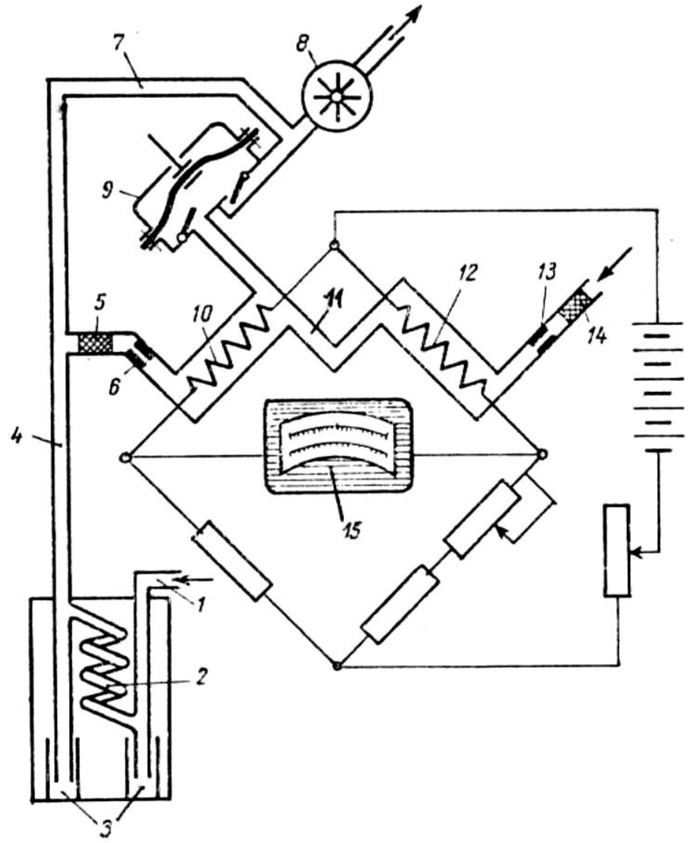



**Fig. 10.1.**

Puntea Wheatstone cuprinde aceleaşi elemente, numai că rezistențele etalon 12 şi de măsură 10, sunt încălzite la 700 … $800^0$ C. In camera rezistenței etalon 12, confecționată din platină, intră din atmosferă aer filtrat de filtrul 14 şi dozat de jiclorul 13. Gazele de ardere se aduc de la sonda de prelevare, montată în țeava de eşapament, la conducta 1, de unde urmează un traseu de separare a apei, în separatoarele 3 şi de răcire în serpentina 2. Din conducta 4, o parte din gaze sunt aspirate în camera rezistenței de măsură 10, după ce au fost filtrate de filtrul 5 şi dozate de orificiul calibrat 6. Restul gazelor sunt evacuate în atmosferă prin canalizația 7, de către pompa 8. Pompa cu membrană 9, aspiră pe de o parte gaze de eşapament, iar pe de altă parte aer, prin canalizația 11, din camera rezistenței etalon 12. Din camera 12, aerul încălzit este aspirat în camera rezistenței de măsură 10, în care se produce arderea substanțelor combustibile din gazele de ardere,

adică oxidul de carbon şi hidrogenul. Oxidul de carbon este în gazele evacuate într-un raport sensibil proporţional cu dozajul amestecului, astfel încât aparatul de măsură 15 poate fi etalonat atât pentru măsurarea conţinutului de oxid de carbon cât şi a inversului dozajului d'. Când valoarea rezistenţei 10 se măreşte odată cu temperatura sa, care creşte proporţional cu cantităţile de oxid de carbon şi de hidrogen arse, puntea se dezechilibrează şi aparatul 15 va indica concentraţia de oxid de carbon în gazele evacuate şi, deci, indirect, dozajul.

Dintre aparatele care funcţionează pe acest principiu cităm următoarele:

- Bosch EFAW-173;
- Crypton RD-64;
- Cambridge;
- Paltest JT-220.

**Lucrarea Nr. 11**

# DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DE AUTOMOBIL PRIN DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE OXID DE CARBON DIN GAZELE EVACUATE CU AJUTORUL ANALIZORULUI CU RAZE INFRAROŞII

## 11.1 Generalități. Fenomenologie.

*Analizoarele cu raze infraroşii* sunt aparate cu o precizie mai ridicată. Ele utilizează analiza spectroscopică fără dispersie, într-o bandă distinctă dar relativ largă de lungimi de undă, plasată în domeniul infraroşu, folosind gazul analizat pur pentru detecția prezenței sale în amestec.

Astfel, se cunoaşte faptul că gazele poliatomice cu structuri eterogene absorb în mod selectiv energia radiantă în infraroşu, în funcție de lungimea de undă specifică a radiațiilor în acest spectru.

Analiza în infraroşu, în acest caz, se bazează pe compararea energiei transmise unei membrane elastice pe două căi diferite, adică printr-o coloană formată din gazul analizat şi printr-o alta care nu reține radiația infraroşie.

## 11.2. Analizoare. Principii de funcționare.

In **fig. 11.1** este prezentată schema unui astfel de analizor. Tubul 6 conține un gaz care nu reține radiațiile infraroşii. Tubul 5 este intercalat în circuitul curentului de gaze evacuate, supuse analizei. In acest tub se absoarbe energie, proporțional cu coeficientul de absorbție A şi cu numărul de molecule ale substanței absorbante, întâlnite pe drumul optic. Prin urmare, absorbția energiei în tubul 5 se poate exprima prin următoarea lege:

$$W_a = W_i(1-e^{-A.cl})$$

unde $W_a$ este energia absorbită, $W_i$ energia incidentă, c reprezintă concentrația substanței analizată, iar l lungimea tubului. Pentru valori reduse ale exponentului Acl, se poate aproxima:

$$W_a \cong AclW_i$$

energia absorbită devenind proporțională cu concentrația substanței analizate. Circuitul gazelor evacuate conține sonda 1, separatorul de apă 2, filtrul fin 3 şi pompa cu membrană 4 care asigură un debit constant de gaze prin tubul de măsură 5. Tuburile au la o extremitate două becuri identice 8, de la care lumina se transmite prin filtre infraroşii ce lasă să treacă numai radiațiile cu lungimi de undă de 2 ... 10 μm. Precizia măsurării se îmbunătățeşte dacă radiațiile sunt trimise către cele două tuburi sub forma unor impulsuri cu frecvența de 6 ... 10 Hz. Aceste semnale sunt obținute cu ajutorul discului cu fante 15, rotit de motorul electric 9. In acest mod se obține o încălzire ciclică a compartimentelor situate de o parte şi de alta a membranei elastice.

La capătul opus al tuburilor se află detectorul 7 format din două camere despărțite între ele de membrana elastică 13. Această membrană elastică 13, împreună cu grila fixă 14, formează un traductor capacitiv. Oscilațiile membranei au frecvența dependentă de numărul de fante şi de viteza de rotație a discului. Traductorul descris este introdus în circuitul de amplificare 10, precum şi în circuitul sistemului de citire care este format din aparatul de indicare 11 şi înregistratorul 12. Detectorul conține oxid de carbon cu înalt grad de puritate.

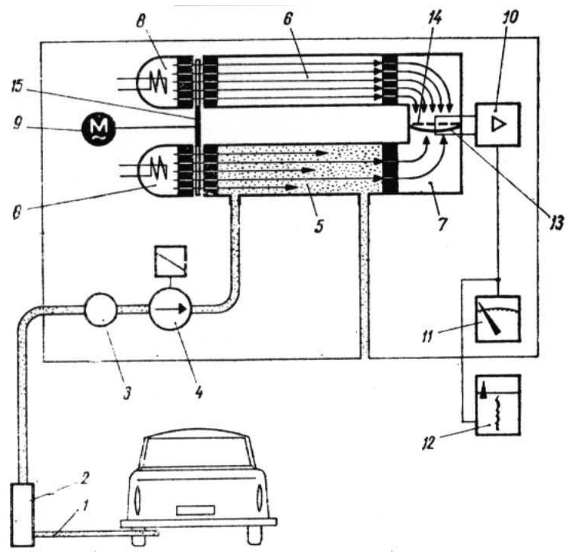



Fig. 11.1.

Gazele captate de sonda 1 sunt curățate de apă în separatorul 2 şi de alte particule în filtrul 3. Pompa 4 introduce gazele la presiune constantă în tubul 5, în care se stabileşte un curent în regim permanent. Razele infraroşii străbat acest tub şi ajung parțial absorbite în coloana de gaz. Gradul de absorbție este proporțional cu concentrația de oxid de carbon. Radiația care străbate tubul 6 îl va traversa direct şi astfel cele două compartimente ale detectorului vor primi cantități de energie diferite. Gazul din aceste compartimente se va încălzi inegal, producând o diferență de presiune care va deforma membrana 13, modificând astfel capacitatea traductorului. Variația capacității lui este proporțională cu concentrația de oxid de carbon din gaze. Ea poate fi citită pe aparatele de indicare 11 sau de înregistrare 12.

O dificultate de fond în aplicarea acestei metode rezultă din posibilitatea ca în amestecul analizat să existe mai multe gaze care absorb energie în banda de frecvențe cu care se lucrează. Astfel, la analiza altor compuşi, de exemplu a hidrocarburilor, absorbția lor în infraroşu interferează cu aceea a vaporilor de apă. Pentru eliminarea acestei influențe asupra substanței analizate, se recomandă utilizarea unei celule-filtru, poziționată în serie cu celula de prelevare şi notată cu 4 în schema din **fig. 11.2**, în care celelalte componente se identifică acum cu uşurință. Introducând în această celulă-filtru substanța interferentă într-o concentrație foarte ridicată, detectorul nu va mai primi energie în benzile de frecvențe comune cu substanța analizată, influența concentrației substanței perturbatoare din proba de gaze fiind practic eliminată.




Fig. 11.2.

Pe acest principiu funcționează aparate ca:

- Infralyt T, care a fost produs de firma Junkalor;
- Irgo 20, realizat de firma Grubb Parsons - Anglia.

### 11.3. Aparatura utilizată

Pe baza principiilor de măsură expuse, la ora actuală există o mare diversitate de aparate pentru determinarea produşilor poluanți, a coeficientului de exces de aer, a oxigenului etc. din gazele de eşapament.

Ele sunt compacte, au precizie crescută şi prezintă facilități din punct de vedere al operatorului.

În **fig. 11.3** se prezintă un astfel de analizor, produs de firma *Tecnotest* din Italia. Este modelul *488 Plus*, cu performanțe îmbunătățite care face parte din categoria analizoarelor cu raze infraroşii. Domeniile de măsură extinse pentru diversele componente demonstrează posibilitățile analizorului. Astfel, CO poate fi măsurat în plaja 0 ÷ 9,99%, cu precizie de 0,01%, hidrocarburile într-un domeniu cuprins între 0 şi 9999 ppm (unități de volum), precizia fiind de 1 ppm. Oxigenul se măsoară între limitele 0 ÷ 25%, plajă care este însă împărțită în două domenii, în funcție de

precizia măsurătorii. Astfel, de la 0% la 4%, determinarea procentului volumic de $O_2$ se face cu precizia de 0,01%, în timp ce, în cel de al doilea domeniu, de la 4% până la 25%, precizia este de zece ori mai redusă, adică 0,1%.

Opțional, aparatul poate fi dotat în vederea analizei NOx-ului, într-un domeniu de măsură de la 0 la 2.000 ppm, cu precizie de 5 ppm.




**Fig. 11.3.**

Excesul de aer se poate determina de la 0,5 la 2, cu precizia de 0,001.

Instalația măsoară, de asemenea, turația motorului până la 9990 rpm, cu precizia de 10 rpm, temperatura uleiului din motor pornind de la 5 $^0$C până la 200 $^0$C, cu precizia de 1 $^0$C.

Timpul de răspuns este sub 10 secunde, debitul de gaze prelevat în vederea analizei fiind de aproximativ 8 l/min.

Vaporii de apă din gaze care au fost condensați și separați sunt evacuați automat în mod continuu.

Calibrarea şi resetarea aparatului se fac tot automat, pe cale electronică. El poate fi acționat şi de la distanță, prin intermediul unei telecomenzi dedicate, care se poate observa în aceeaşi figură.

### 11.4. Metodologia de lucru

Testarea motoarelor presupune în prealabil ca sistemul de aprindere (al motorului) să fie în foarte bună stare şi cu reglaje corecte, iar motorul să fie încălzit. Analizorul se etalonează în prealabil prin aducerea acului la zero.

Sonda se introduce în eşapament pe o lungime de circa 30 cm, pentru a se preveni amestecarea gazelor cu aerul.

Cu aceste analizoare se verifică calitatea amestecului şi conținutul de oxid de carbon la mers în gol şi turații superioare, precum şi în regim de accelerare.

Pentru regimul de ralanti, se măsoară concentrația de oxid de carbon după aproximativ 90 ... 120 sec.

Se poate, de asemenea, verifica şi funcționarea pompei de accelerație.

Analizorul poate fi utilizat şi pentru determinarea altor produse de ardere precum bioxidul de carbon, oxigenul, azotul, hidrocarburile. In acest scop detectorul trebuie să conțină gazele de referință corespunzătoare.

**Lucrarea Nr. 12**

## DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DIESEL DE AUTOMOBIL PRIN DETERMINAREA DENSITĂȚII FUMULUI EMIS UTILIZÂND FUMMETRUL CU FILTRARE

### 12.1. Generalități

Este o metodă de diagnosticare aplicabilă motoarelor cu aprindere prin comprimare.

Apariția fumului dens la evacuare constituie indiciul sigur al unei defecțiuni. Culoarea, nuanța şi densitatea fumului, deşi nu duc întotdeauna la rezultate precise, constituie totuşi criterii de apreciere a naturii defecțiunii.

Fumul **negru** sau **cenuşiu** indică o ***ardere incompletă,*** în timp ce fumul **albăstrui,** generat de arderea uleiului, indică ***uzura cuplurilor piston - cilindru*** sau ***supapă - ghid***. Fumul **albicios** care apare la pornirea la rece a motoarelor, indică o funcționare ***sub temperatura de regim*** a motorului, deci o ***deficiență a sistemului de răcire***.

Fumul din gazele arse evacuate în atmosferă este constituit dintr-o suspensie de aerosoli solizi şi lichizi. El reprezintă, din acest punct de vedere, o variabilă complicată care trebuie caracterizată prin mai multe mărimi. Măsurarea se face din acest motiv indirect şi anume: prin caracteristicile chimice şi fizice (concentrație masică, repartiție dimensională) şi prin evaluarea efectelor sale.

Exceptând metodele chimice care nu se pretează la măsurători rapide, se folosesc trei procedee pentru măsurarea densității fumului în gazele de evacuare, bazate pe evaluarea efectelor sale şi anume:

- prin filtrare,
- prin absorbție,
- prin reflexie.

Pe aceste principii s-au construit aparate care stabilesc ***cifra de fum***, numite **fummetre.**

### 12.2. Descrierea aparaturii

La fummetrele bazate pe metoda filtrării, gazele evacuate sunt forțate să străbată un filtru care reține funinginea. Aprecierea cantității de funingine se face fie pe cale vizuală, fie prin fotometrie, fie prin cântărire, fie prin ardere.

Dintre aceste aparate, fummetrul *Bosch EFAW* se bazează pe citirea fotoelectrică a gradului de înnegrire a unei hârtii filtrante care a fost traversată de gazele de evacuare. Aparatul este descris în **fig. 12.1** [18].

Acest aparat are o pompă cu un volum de 330 cmc. La unul din capetele *cilindrului 9* există *capacul mobil 12* care conține *hârtia de filtru 11. Piesa 12* se fixează cu *resortul 13* şi *capacul 14.* Prin *racordul 15*, piesa este pusă în legătură prin intermediul *tubului 16*, cu *sonda de prelevare 17* care se plasează în *țeava de evacuare 18* a motorului.

Înainte de efectuarea măsurătorii, *pistonul 10* se împinge spre dreapta până când canalul circular al *tijei 1* ajunge în dreptul bilelor. Pătrunderea bilelor în canalul tijei realizează deblocarea *piesei 5*, iar *arcurile 4* o împing astfel spre dreapta, blocând tija şi pistonul în această poziție. În vederea prelevării probei se acționează energic *para 19*. Aerul pompat de ea împinge spre stânga *piesa 5*. Când locaşul *piesei 5* ajunge în dreptul bilelor, acestea sunt împinse spre exterior sub acțiunea *arcului 2* care trage tija şi pistonaşul spre stânga, efectuând astfel aspirația gazelor de ardere prin hârtia de filtru care se va înnegri datorită reținerii funinginii.

Gradul de înnegrire al hârtiei se măsoară cu o fotocelulă care determină intensitatea luminii reflectate pe pata de pe filtru unde este reținută funinginea.

În acest scop aparatul dispune de *microampermetrul 21*, de *potențiometrul 25* pentru aducerea la zero, de *becul 22* şi, bineînțeles, de *celula fotoelectrică circulară 23*. Aparatul se conectează la o sursă de 12 V.

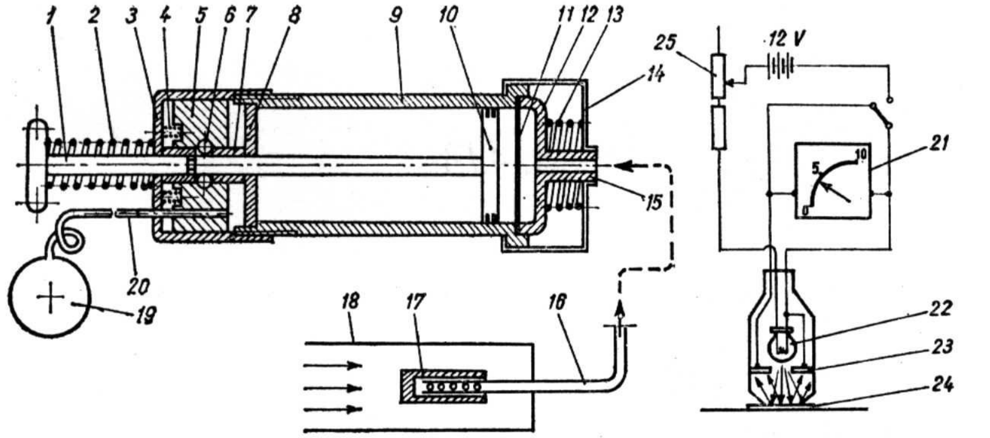



**Fig. 12.1.**

Elementul fotoelectric se aşează pe *hârtia de filtru înnegrită 24*. În acest fel, o parte din lumina emisă de *lampa 22* va fi reflectată de filtru pe celulă, într-un raport invers proporțional cu gradul ei de înnegrire. Celula va emite un curent ce se transmite *aparatului 21*. Scala lui este divizată în zece unități. Astfel, gradația zero corespunde reflexiei hârtiei albe, iar gradația zece absorbției totale a luminii.

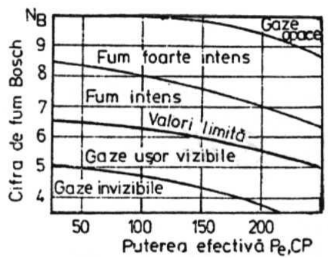



**Fig. 12.2.**

În conformitate cu *scala Ringelman* se stabileşte, în funcție de puterea nominală a motorului, dacă gradul de fum determinat se află sub/sau deasupra limitei de fum. *Scala Ringelman* se prezintă în **fig. 12.2**.

Lucrarea Nr. 13

# DIAGNOSTICAREA MOTOARELOR DIESEL DE AUTOMOBIL PRIN DETERMINAREA DENSITĂŢII FUMULUI EMIS UTILIZÂND FUMMETRUL CU ABSORBŢIE

## 13.1. Generalităţi

La fummetrele cu absorbţie, evaluarea opacităţii fumului se face prin determinarea gradului de reducere a intensităţii luminii emise de o sursă la traversarea unei coloane de lungime dată, în care circulă gazele analizate.

Gradul de reducere a intensităţii luminii este dependent de coeficientul de absorbţie **$\kappa$,** coeficient care rezultă din relaţia ce exprimă cantitatea de lumină **$\phi$** care ajunge la celula fotoelectrică:

$$\phi = \phi \;\; e^{-\kappa L} \qquad \textbf{(13.1)}$$

unde **$\phi_0$** este fluxul emis de sursa luminoasă şi **L** distanţa dintre sursă şi celulă. Cum însă **$\phi_0$** şi **L** sunt constante ale analizorului, evident **$\phi$** se modifică numai datorită variaţiei lui **$\kappa$**, ca urmare a schimbării gradului de absorbţie în masa gazoasă din tubul de măsură.

## 13.2. Metode şi aparatura de diagnosticare

Dintre fummetrele cu absorbţie se citează *fummetrul Hartrige*, prezentat în **fig. 13.1**. El este realizat de firma BP (British Petroleum). În cazul acestui aparat, gazele analizate circulă practic în flux continuu prin *tubul 3*. Din acest motiv, *tubul 3* este deschis la ambele capete. Tubul are o lungime de 407 mm. De o parte şi de alta se află amplasate *lampa 4* şi *celula fotoelectrică 7*. Aşa cum s-a arătat, gradul de fum este estimat datorită absorbţiei luminii în gaz. În vederea aducerii la zero a indicatorului, care este un aparat din categoria ampermetrelor, se utilizează cel de al doilea tub, *tubul de aer 5*, în dreptul căruia pot fi aduse simultan, prin rotire, sursa luminoasă şi celula. *Separatorul de apă 2* şi *supapa de presiune 1*, au rolul de a împiedica pătrunderea apei în aparat şi de a evita erorile care s-ar putea intro-duce datorită suprapresiunii gazelor din colectorul de evacuare [29].

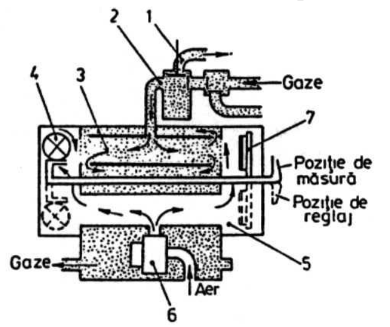



**Fig. 13.1.**

Rolul *suflantei 6* este de a asigura circulaţia aerului prin tubul de aer şi de a limita astfel difuzia gazelor către sursa luminoasă şi către celula fotoelectrică, păstrându-le astfel într-o stare cât mai curată.

**Figura 13.2** prezintă celula de măsurare 9010 produsă de firma MOTORSCAN. Gestiunea semnalelor şi a principalelor funcţii este asigurată de microprocesorul intern care, printr-o ieşire externă RS 232, permite conectarea la o aparatură diversă, mergând de la cea pentru afişarea şi imprimarea rezultatelor până la un computer PC.

Pentru uşurarea poziţionării şi a diverselor operaţii se observă că modulul este plasat pe o masă mobilă care serveşte şi drept suport pentru diversele accesorii, cabluri etc. Aparatul este conceput să răspundă dezideratelor impuse de principalele norme actuale (EEC 72/306; ISO 3173, ş.a.).

Aceeaşi firmă produce modelul EKOS 9000. Este un aparat fiabil, cu precizie bună şi dimensiuni relativ reduse (610x230x220 mm). Opacitatea este mă-surată între 0 şi 100%, cu

precizia de 0,1%, iar coeficientul de opacitate între 0 şi 9,99 $m^{-1}$, cu precizia de 0,01 $m^{-1}$. Întocmai ca la majoritatea aparatelor, turația motorului poate fi măsurată între 0 şi 9990 rpm, cu precizia de 10 rpm.



**Fig. 13.2.**

Temperatura uleiului din motor se poate determina în intervalul 0 $^0$C ÷ 400 $^0$C.

Sursa de iluminare a celulei de măsură este o lampă halogenă cu puterea de 10 W, alimentată la 6 V, receptorul fiind, în mod clasic, o fotodiodă. Temperatura camerei de măsură este cuprinsă între 70$^0$C şi 100$^0$C.

Durata de încălzire a instalației în vederea punerii în funcțiune este de maxim 10 minute, iar timpul de răspuns, după intrarea în funcțiune, sub 0,4 sec.

Resetarea, frecvența de resetare, calibrarea şi frecvența de calibrare se declanşează şi reglează automat.

Analizorul se alimentează la tensiunea de 220 Vca, având un consum maxim de 300 W. Fummetrul *AVL Dismoke 4000*, este un aparat de avangardă, el fiind însoțit de un soft de diagnosticare a motorului care asigură identificarea defectelor acestuia în funcție de noxele măsurate, descrierea acestor defecte împreună cu modalitățile de verificare şi reglaj.

Aparatul este dotat cu stroboscop şi senzor de detectare a PMI. Afişajul grafic, de înaltă rezoluție, cu cristale lichide iluminate şi contrast reglabil, asigură descrierea curbelor de variație a avansului la injecție în funcție de turație, de variație a opacității cu turația şi de variație a opacității în timp.

**Lucrarea Nr. 14**

## DIAGNOSTICAREA DIRECȚIEI ŞI PUNȚILOR AUTOMOBILELOR

### 14.1 Aspecte generale

Reglajul corect al direcției şi roților influențează stabilitatea vehiculului, comoditatea conducerii si uzura pneurilor. În funcționare, aceste componente sunt supuse unor uzuri intense, care provoacă deformarea lor şi care introduc modificări ce trebuie depistate si remediate la timp. Diagnosticarea direcției şi roților are în vedere, mai ales, stabilirea valorilor următorilor parametri geometrici caracteristici:

- unghiul de înclinare longitudinală al pivotului fuzetei, numit şi *unghi de fugă* al axului de pivotare al roții, notat cu ***γ***;
- unghiul de cădere sau de *carosaj* notat cu ***α***;
- unghiul de înclinare laterală al pivotului fuzetei, notat cu ***β***;
- unghiul de convergență notat cu ***δ***;
- deportul, notat cu ***d***;

Pe scurt, se vor redefini aceste caracteristici ale direcției.

***Unghiul de fugă*** al axului de pivotare al roții este unghiul dintre verticală si axa geometrică de bracaj, proiectată pe un plan vertical longitudinal, aşa cum se prezintă în **fig.14.1**. Datorită unghiului de fugă, roțile din față au tendința să se îndrepte singure în direcția de mers înainte. De altfel, orice roată condusă, adică o roată care nu este motoare, are tendința să se aşeze, astfel încât, punctul de contact al roții cu terenul să rămână în urma punctului de intersecție al axei de pivotare cu terenul.

În general, automobilele cu punte rigidă în față au un unghi de fugă mai mare, de 3° până la 9°, iar cele cu suspensie independentă în față, au unghiul de fugă mai mic, adică între 30' şi 3° .

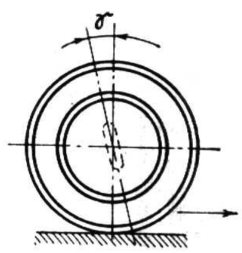



Fig. 14.1.

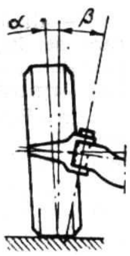



Fig. 14.2.

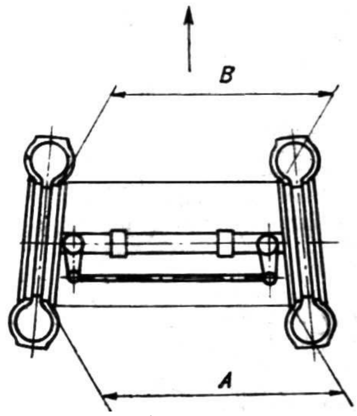



Fig. 14.3.

***Unghiul de cădere*** al roții (***α*** în **fig.14.2**), numit şi *unghi de carosaj*, introduce următoarele avantaje:

- forța principală de susținere este preluată de rulmentul mare al roții, care este dispus, de regulă, în zona mai groasă a fuzetei;
- se reduc solicitările piuliței din vârful fuzetei;
- scade tendința de încovoiere a punții sub sarcină.

Similar cazului precedent, unghiul de cădere este mai mare la automobilele cu punte rigidă în faţă, având curent valori de 1°...2°.

La majoritatea automobilelor cu roţi independente, unghiul de cădere este nul. La acest tip de suspensie, unghiul de cădere variază odată cu mişcările organelor de suspensie, în timp ce, la cele cu punte rigidă în faţă, unghiul de cădere variază când una dintre roţi trece peste o denivelare a terenului.

***Unghiul de înclinare laterală al pivotului,*** este unghiul dintre verticală şi axa de pivotare, proiectată pe un plan transversal vertical ($\beta$ în **fig.14.2**). Avantajele care rezultă din introducerea acestui unghi sunt:

- manevrarea uşoară a roţilor, deoarece braţul de pârghie al cuplului rezistent este mai redus;
- reducerea ritmului de uzură la bucşele pivotului;
- transmiterea forţei principale de susţinere rulmentului de presiune al pivotului.

***Unghiul de convergenţă*** este numit şi paralelismul roţilor din faţă. În vederea reglării poziţiei roţilor, convergenţa nu se măsoară în grade ci în milimetri, exprimând diferenţa distanţelor dintre marginile interioare ale jantelor, în puncte similare într-un plan orizontal, la nivelul axelor roţilor, aşa cum se indică în **fig.14.3**. Diferenţa **A-B**, conform notaţiilor din figură, poate fi de fapt pozitivă, sau negativă.

Convergenţa roţilor se impune, în special, din următoarele motive:

- pentru a echilibra tendinţa de rulare divergentă, cauzată de unghiul de cădere;
- pentru a anihila tendinţa de rulare divergentă, datorită poziţiei pivoţi1or care împing roţile înainte;
- pentru a reduce jocurile în timpul mersului automobilului.

La automobilele cu roţi independente, în mod curent, convergenţa are valori de la 0 până la 3 mm.

***Deportul d,*** pus în evidenţă în **fig.14.4**, reprezintă distanţa dintre punctul **D**, adică intersecţia axei pivotului cu terenul si centrul **C** al suprafeţei de contact. Are rolul să mărească tendinţa roţilor din faţă de a reveni la rularea în linie dreaptă.

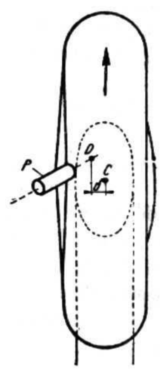


**Fig. 14.4.**

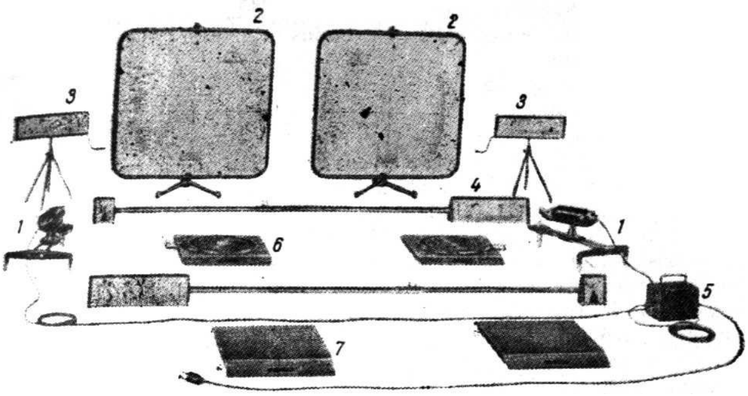



**Fig. 14.5.**

### 14.2 Aparatele utilizate la verificarea geometriei direcţiei

Există aparate ***mecanice***, ***optice*** şi ***electronice.*** Cel mai simplu aparat mecanic este tija telescopică cu care se verifică însă numai convergenţa roţilor.

Tot din aceasta categorie fac parte şi aparatele cu bulă de nivel.

Aparatele optice şi cele electronice sunt cele mai utilizate. Aparatele optice se bazează pe principiul măsurării unghiurilor, folosind spotul luminos produs de un proiector montat pe roată, care emite un fascicul luminos paralel cu planul jantei. În faţa fasciculului se plasează un ecran, pe care este trasată o scală. Instalaţia, arătată în **fig.14.5**, are în componenţă următoarele elemente: două proiectoare, 1, două ecrane cu scale unghiulare, 2, două ecrane cu scale liniare, 3, două tije cu scale liniare, 4, un transformator pentru alimentarea proiectoarelor, 5, două platouri rotitoare cu scale unghiulare, 6 si două platouri fixe, 7. Proiectoarele sunt prevăzute cu câte o oglindă rabatabilă, care poate devia fasciculul luminos cu 90°. Astfel de aparate sunt fabricate de firma ***Muller*** din Franţa, purtând indicativele ***BEM 8 T/DA*** şi ***BEM 665 PL***. Un alt aparat, care face parte din aceeaşi categorie, este şi ***OPTOFLEX***, de fabricaţie engleză. Verificarea geometriei direcţiei presupune următoarele operaţii prealabile:

- stabilirea presiunii nominale în pneuri;
- încărcarea automobilului conform prescripţiilor;
- aducerea la valori nominale a eventualelor jocuri din mecanismul de direcţie.

Pentru utilizarea aparatelor de tip optic, se urcă automobilul pe cele patru platouri, astfel încât roţile din faţă să fie aşezate pe platourile mobile. Se montează cele două proiectoare pe jantele roţilor din faţă. Ecranele cu scale unghiulare se aşează în faţă, fiecare în dreptul câte unei roţi.

### 14.3 Verificarea unghiului de cădere cu ajutorul aparatelor optice

Pentru utilizarea aparatelor de tip optic, se poziţionează automobilul pe cele patru platouri, astfel încât roţile din faţă să fie aşezate pe platourile mobile. Se montează cele două proiectoare pe jantele roţilor din faţă. Ecranele cu scale unghiulare se dispun în faţă, fiecare în dreptul câte unei roţi. Roţile din faţă se vor orienta pe direcţia de rulare rectilinie, deci simetric faţă de axa longitudinală a automobilului.

Urmărind **fig.14.6**, în vederea determinării unghiului de cădere se va proceda la următoarea succesiune de operaţii:

- se blochează platourile turnante, rotindu-se proiectoarele spre direcţia de mers a automobilului şi se reglează astfel încât axa de rotaţie a acestora să coincidă cu axa roţii;
- se aduce reperul indicator al proiectorului roţii care se verifică, în vârful axei **Y**, prin rotirea corpului proiectorului în jurul axului şi se reglează claritatea imaginii;
- se roteşte proiectorul coborând spotul pe scala unghiulară aflată în partea de jos a ecranului, pe care se citeşte valoarea şi semnul unghiului de cădere; unghiul este pozitiv, când indicaţia se află pe porţiunea scalei din interior şi invers.

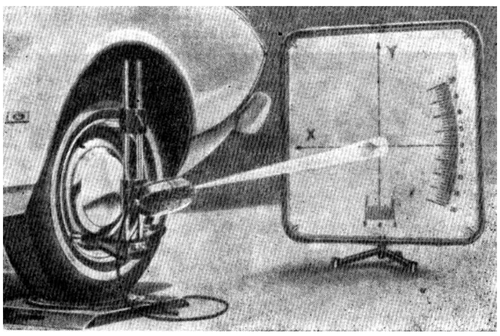


**Fig. 14.6.**

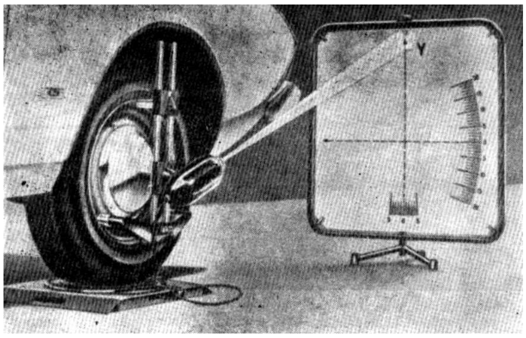


**Fig. 14.7.**

### 14.4 Măsurarea unghiului de înclinare transversală al pivotului fuzetei cu ajutorul aparatelor optice

Acest tip de determinare, în concordanță cu **fig.14.7**, presupune următorul algoritm de lucru:
- se aduce spotul luminos cu vârful indicator în centrul ecranului, la intersecția axelor **X** şi **Y**;
- se deblochează platourile rotitoare;
- se roteşte volanul până când semnul indicator al spotului este adus în vârful săgeții axei **X**, modificând, dacă este cazul, şi poziția proiectorului ;
- se roteşte volanul în sens invers, până când imaginea luminoasă este adusă pe scala unghiulară verticală a ecranului şi se citeşte unghiul de înclinare transversală al pivotului fuzetei; el este pozitiv când este citit pe scală deasupra reperului **0** şi invers.

### 14.5 Măsurarea unghiului de înclinare longitudinală al pivotului fuzetei cu ajutorul aparatelor optice

În acest caz se aduc roțile pe direcția de mers rectilinie, indicatorul fiind poziționat pe reperul **0** al scalei verticale. Se execută apoi următoarele operații:
- se plasează ecranele pe partea laterală a automobilului, paralele cu axa sa longitudinală, de o parte şi de alta, la aproximativ 1200 mm de centrele platourilor rotitoare (**fig.14.8**);
- se roteşte proiectorul cu spotul perpendicular pe sol şi se deplasează oglinda lui, astfel ca fasciculul să fie dirijat spre ecran;
- se deplasează proiectorul pe verticală, până când oglinda va fi adusă în dreptul centrului roții;
- se reglează poziția ecranului, astfel încât spotul luminos să cadă cu indicatorul său pe axa orizontală a ecranului;
- se reglează claritatea spotului şi apoi se manevrează volanul, astfel încât vârful indicator să ajungă în vârful săgeții axei **X** ;
- se roteşte volanul în sens invers, până când vârful indicator al spotului este adus pe scala verticală a ecranului, pe care se citeşte unghiul de înclinare longitudinală; el este pozitiv sub axa orizontală şi invers.

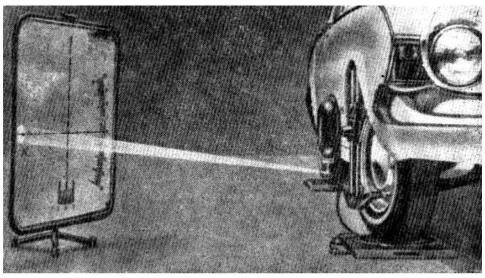


**Fig. 14.8.**

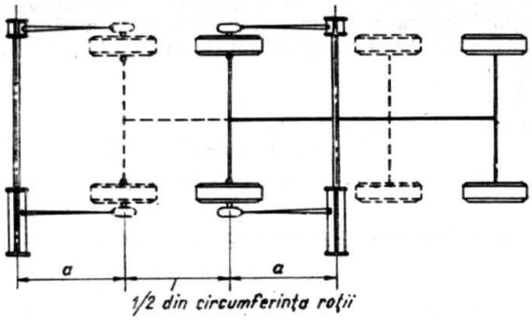



**Fig. 14.9.**

### 14.5 Verificarea convergenței.

Această verificare se poate face cu ajutorul tijelor cu scală liniară 4, aflate în componența aparaturii descrise şi presupune următoarele operații:
- se deplasează automobilul de pe platourile rotitoare şi se orientează roțile pe direcție

rectilinie;
- se dispun barele cu scala liniară în raport cu automobilul, ca în **fig.14.9**; distanţa **a** este în funcţie de diametrul roţii şi se indică în documentaţia aparatului;
- se orientează proiectoarele fixate pe jantele roţilor din faţă, astfel încât, fasciculele luminoase să cadă pe bare; se reglează lungimea lor astfel ca unul din fascicule să cadă pe scala liniară, iar celălalt pe reperul unghiular;
- se reglează poziţia barei aflate sub automobil, astfel încât vârful indicator al spotului din stânga să stea în dreptul reperului aflat pe capul din dreapta şi se reglează claritatea imaginilor;
- se notează indicaţia de pe scala liniară;
- se deplasează automobilul înainte, pe o distanţă egală cu jumătate din circumferinţa roţii, astfel încât, spoturile să cadă pe bara din faţă;
- bara din faţă se aduce la aceeaşi lungime ca a celei din spate; se reglează poziţia acesteia astfel încât spoturile să cadă pe suprafeţele de citire;
- se deplasează bara din faţă până când spotul proiectorului din stânga ajunge în dreptul reperului indicator, de pe extremitatea stângă a barei şi se citeşte indicaţia de pe scala liniară, aşa cum se sugerează în **fig.14.10**.

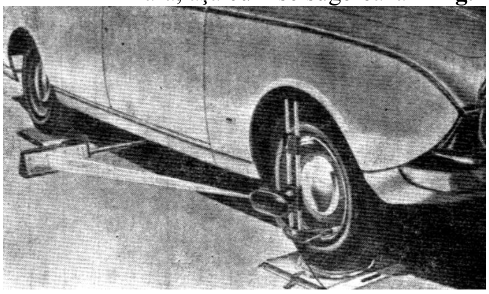


**Fig. 14.10.**

Diferenţa dintre ambele citiri reprezintă convergenţa roţilor din faţă, în **mm**. Dacă prima valoare este mai mare decât a doua, convergenţa este pozitivă şi invers.

Tot cu această categorie de aparate se pot măsura unghiurile de bracare ale roţilor, adică unghiurile maxime cu care se rotesc roţile directoare, pornind de la poziţia neutră şi, de asemenea, paralelismul roţilor din spate.

### 14.6 Determinarea stării tehnice a organelor direcţiei

Manifestările ce caracterizează înrăutăţirea stării tehnice a direcţiei sunt:
- mărirea jocului liber al volanului;
- creşterea efortului necesar acţionării lui.

Măsurarea jocului se face precis cu ajutorul aparatelor optice. În acest scop, la una dintre roţile directoare se montează un proiector şi se urmăreşte începutul mişcării petei luminoase pe un ecran din faţa automobilului.

Măsurarea jocului se recomandă, să se facă cu roţile aplicate pe sol, deoarece jocurile din articulaţiile mecanismului de direcţie nu sunt anulate.

Cauza care produce mărirea jocului se determină prin blocarea uneia dintre roţile directoare şi încercarea de a roti volanul, în mod repetat, cu o forţă de 6 pâna la 10 **daN**. La mecanismul în stare bună, nu trebuie să se observe nici o deplasare perceptibilă în articulaţii.

Efortul de manevrare al volanului depinde de frecările din articulaţii şi lagăre şi poate fi măsurat cu ajutorul dinamometrelor. Valoarea maximă a acestuia diferă de la o construcţie la alta şi este cuprinsă în general între 3 şi 8 **daN**. Valorile mai mari corespund pentru autocamioane şi pentru mecanismele melc - roată melcată. Este de menţionat că efortul măsurat la capetele cursei este de 1,5 până la 2 ori mai mare decât cel măsurat cu volanul în poziţie mediană.

## BIBLIOGRAFIE


1. **Apostolescu, N., Taraza, D.**, *Bazele cercetării experimentale a maşinilor termice,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1979.
2. **Aramă, C., Mihai, A., Ruse, Gh., Vaiteanu, D., Zătreanu, Gh.**, *Automobilul de la A la Z*, Editura Militară, Bucureşti, 1985.
3. **Băţagă, N, Căzilă, A., Cordoş, N.**, *Rodarea, uzarea, testarea şi reglarea motoarelor termice,* Editura Tehnică, Bucureşti, 1995.
4. **Burche, I.**, *Exploatarea, întreţinerea şi repararea pneurilor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1963.
5. **Critea, P.**, *Practica automobilului*, vol. II, ediţia a IV-a, Editura Tehnică, Bucureşti, 1966.
6. **Dumitru, P.**, *Pompe de injecţie şi injectoare pentru automobile şi tractoare,* Editura Ceres, Bucureşti, 1988.
7. **Freifeld, H.**, *Întreţinerea automobilului*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1969.
8. **Fransua, Al., Raicu, V.**, *Echipamentul electric al automobilelor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1966.
9. **Fulga, E., Mihăţoiu, I.**, *Exploatarea bateriei de acumulatoare la tractoare şi maşini agricole autopropulsate,* Editura Ceres, Bucureşti, 1989.
10. **Lespezeanu, I.**, *Contribuţii privind aprecierea performanţelor motoarelor diesel pe baza variaţiei vitezei de rotaţie a arborelui cotit*, Rezumatul tezei de doctorat, Bucureşti, 1998.
11. **Manea, C., Stratulat, M.**, *Fiabilitatea şi diagnosticarea automobilelor*, Editura Militară, Bucureşti, 1982.
12. **Mateevici, V.**, *Recomandări practice pentru amatorii auto*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1967.
13. **Parizescu, V.**, *Pene de automobil. Simptomatică, depistare, remediere*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1979.
14. **Rakosi, E.**, *Diagnosticare Automobilelor-Tehnici şi Echipamente,* Editura Gh. Asachi, Iaşi, 1999.
15. **Rădulescu, V.**, *Utilaje pentru întreţinerea şi reglarea automobilelor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1964.
16. **Sireţeanu, T., Gündisch, O., Părăian, S.**, *Vibraţiile aleatoare ale automobilelor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1981.
17. **Stratulat, M.**, *Exploatarea raţională a automobilului*, Editura Militară, Bucureşti, 1986.
18. **Stratulat, M., Andreescu, C.**, *Diagnosticarea automobilelor*, Societatea Ştiinţifică şi Tehnică SA, Bucureşti, 1997.
19. **Stratulat, M., Şoiman, M., Văiteanu, D.**, *Diagnosticarea automobilelor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1977.
20. **Tărăboi, V.**, *Pompe şi injectoare pentru motoare Diesel*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1956.
21. **Tocaiuc, Gh.**, *Echipamentul electric al automobilelor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1983.
22. **Tomuţa, O.**, *Acumulatoare electrice*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1988.
23. *****1992 SAE Handbook**, Vol. 3, 23 - 26, "*Engines Fuels, Lubricants, Emissions and Noise*".